

Evaluasi Perlintasan Sebidang Jalan Rel dengan Jalan Raya di Kota Semarang

(Studi Kasus: Perlintasan di Jalan Anjasmoro Raya, Jalan Madukoro Raya dan Jalan Kokrosono)

Narendra Dewa Bagaskara¹, Galang Pringgondani²,
Djoko Setijowarno³, Rudatin Ruktiningsih⁴
email: ¹narendradwp@gmail.com, ²galangpringgondani@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234, 024-8441555

Abstrak

Tundaan dan Antrian kendaraan cukup panjang terjadi di Jalan Anjasmoro, Madukoro, Kokrosono karena volume dari ruas jalan yang tidak bertambah yang menyebabkan penyempitan jalan sehingga menyebabkan waktu untuk melintasi ruas jalan tersebut menjadi bertambah lama. Perhitungan tundaan dan panjang antrian berdasarkan data asli dari hasil survei yang dilakukan di Jalan Anjasmoro Raya, Madukoro Raya, Kokrosono. Sedangkan perhitungan konsumsi bahan bakar berdasarkan persamaan dari LAPI-ITB yang kemudian dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang. Analisis hubungan antara tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara menganalisis regresi linier berganda. Berdasarkan analisis data dan pembahasan, hasil model regresi linier berganda dengan variabel bebas berupa tundaan (X_1) dan panjang antrian (X_2) terhadap variabel tidak bebas yaitu konsumsi bahan bakar (Y) adalah $Y = 0.012 + 0.389 X_1 + 0.0008547 X_2$ untuk pagi hari. Hasil analisis menunjukkan tundaan, panjang antrian tertinggi di perlintasan Madukoro Raya sebesar 273 m dikarekan memiliki jumlah tundaan yang lama dan konsumsi bbm tertinggi diperlintasan Kokrosono sebesar 300.32 liter dikarekan memiliki tundaan yang lama, semakin tinggi nilai waktu tundaan dan panjang antrian semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang terbuang. Berdasarkan ketentuan SK 770 tahun 2005 ($LHR \times$ frekuensi kereta api < 35.000 smpk) pada perlintasan Anjasmoro Raya (2.580.614,4 smpk), Madukoro Raya (2.718.034,8 smpk), Kokrosono (1.173.984,3 smpk) sudah tidak memenuhi syarat sebagai perlintasan sebidang, sehingga sebaiknya sudah ditingkatkan menjadi perlintasan tidak sebidang seperti *fly over*, dll.pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar, artinya semakin tinggi nilai waktu tundaan dan panjang antrian semakin besar pula konsumsi bahan bakar yang terbuang.

Kata Kunci: Tundaan, Antrian, Konsumsi BBM, Waktu

Abstract

Delays and queues of vehicles are quite long going on Jalan Anjasmoro, Madukoro, Kokrosono because the volume of the road does not increase which causes narrowing of the road, causing time to cross the road to become longer. Calculation of delay and queue length based on original data from the results of a survey conducted at Jalan Anjasmoro Raya, Madukoro Raya, Kokrosono. While the calculation of fuel consumption is based on the equation of LAPI-ITB which is then converted into passenger car units. Analysis of the relationship between delay and queue length on fuel consumption is done by analyzing multiple linear regression. Based on data analysis and discussion, the results of multiple linear regression models with independent variables in the form of delay (X_1) and queue length (X_2) for non-independent variables, namely fuel consumption (Y) is $Y = 0.012 + 0.389 X_1 + 0.0008547 X_2$ for the morning. The

analysis shows the delay, the highest queue length at the Madukoro Raya crossing of 273 m because it has a long delay and the highest fuel consumption is Kokroso crossing of 300.32 liters due to the long delay, the higher delay time and queue length the greater the fuel consumption wasted. Based on the provisions of SK 770 of 2005 (LHR x train frequency <35,000 pcu) at Anjasmoro Raya crossing (2,580,614.4 junior high), Madukoro Raya (2,718,034.8 junior high), Kokroso (1,173,984.3 junior high) does not fulfill the requirements as a level crossing, so it should have been upgraded to crossing not as large as fly over, etc. the effect on fuel consumption, meaning that the higher the time value of the delay and the length of the queue the greater the wasted fuel consumption.

Keyword: Delay, Queue, Fuel Consumption, Time

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia memiliki kepadatan penduduk yang selalu meningkat yang berdampak pada beberapa faktor pertumbuhan dan perkembangan yaitu faktor ekonomi, faktor sosial dan faktor budaya. Pertumbuhan penduduk pada suatu negara juga dapat mengakibatkan meningkatnya suatu pergerakan dari barang atau manusia dari satu tempat ke tempat lainnya yang semakin banyak setiap harinya. Transportasi semakin hari semakin meningkat dan canggih seiring berjalannya waktu dengan meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan dari penduduk pada suatu negara. Moda transportasi sendiri pada umumnya dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu moda transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara.

Moda transportasi darat sendiri dibagi menjadi 2 berdasarkan dari tracknya yaitu moda transportasi jalan raya, dan moda transportasi jalan rel. Moda transportasi atau kereta api memiliki keunggulan tersendiri yaitu memiliki jalur khusus yang bebas hambatan dan tidak terpengaruh dengan laju dari kendaraan lainnya, sehingga moda transportasi kereta api lebih banyak diminati oleh masyarakat karena mampu menempuh jarak yang jauh dengan waktu yang singkat dan lebih aman dibandingkan moda transportasi jalan raya.

Di Indonesia sendiri sudah banyak dijumpai perlintasan kereta api jalan rel yang berpotongan langsung dengan jalan raya yang pada umumnya biasa disebut dengan perlintasan sebidang.

1.2 Lokasi Proyek dan Data Teknis

Di kota Semarang sendiri sangat banyak ditemui perlintasan dari kereta api yang sebidang dengan jalan raya, dan kebanyakan di kota Semarang sendiri sudah banyak terdapat lintasan rel kereta api yang sudah menggunakan jalur double track.

Rata – rata di kota Semarang perlintasan sebidang antara jalur dari rel kereta api dan jalan raya sudah banyak yang menggunakan pintu palang penutup otomatis, dan ada beberapa perlintasan sebidang yang masih belum menggunakan palang pintu otomatis.

Seharusnya semua perlintasan yang sebidang harus dilengkapi dengan pintu palang otomatis mengingat di kota Semarang rata – rata jalur dari kereta api sudah menggunakan double track semua. Akan tetapi palang pintu otomatis disamping sangat baik dari faktor keselamatan, juga memiliki kelemahan yaitu saat palang otomatis mulai menutup maka akan ada penumpukan volume kendaraan, penurunan kecepatan kendaraan, dan kepadatan dari kendaraan yang sangat panjang.

Rata – rata pengemudi di Indonesia lebih memilih mengutamakan waktu dibanding dengan keselamatannya sendiri. Hal inilah mengapa masyarakat Indonesia lebih banyak memilih menggunakan moda transportasi kereta api, dikarenakan cepat sampai tujuan, dan sangat sedikit kasus kecelakaan kereta api.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi eksisting dari perlintasan sebidang di Jalan Anjasmoro Raya, Jalan Madukoro Raya, dan Jalan Krokosono.
2. Mengevaluasi kondisi tundaan kendaraan, dan antrian dari kendaraan yang melalui perlintasan sebidang tersebut dengan menggunakan teori Queueing Analysis.
3. Mengetahui jumlah Bahan Bakar Minyak yang terbuang selama terjadinya tundaan dan antrian pada perlintasan sebidang tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian ini adalah :

1. Merupakan salah satu masukan bagi PT. KAI dan Dinas Perhubungan kota Semarang dan Provinsi Jawa Tengah sebagai salah satu alternatif penyelesaian dari masalah yang ada pada perlintasan sebidang tersebut.
2. Memberikan tambahan wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat tentang manajemen lalu lintas yang khususnya mengenai perlintasan sebidang.
3. Memberikan sedikit wawasan bagi warga kota Semarang dan negara Indonesia bahwa begitu banyaknya bahan bakar minyak yang terbuang selama terjadinya tundaan dan antrian pada saat kereta melintas.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka dilakukan berdasarkan dengan beberapa batasan masalah yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan pada perlintasan sebidang yang memiliki penutup palang rel otomatis seperti di Jalan Anjasmoro Raya, Jalan Madukoro Raya, dan Jalan Kokrosono, Semarang.
2. Melakukan evaluasi terhadap tundaan dari kendaraan, dan antrian dari kendaraan dari kendaraan dengan menggunakan teori Queueing Analysis.
3. Melakukan evaluasi terhadap bahan bakar minyak yang terbuang selama terjadinya tundaan dan antrian pada saat palang kereta api menutup.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Soejachmoen (2004) pembagian hirarki ini sebagai berikut prioritas utama pengguna jalan yang harus diberikan kepada pejalan kaki, yang artinya pengguna transportasi lain diwajibkan mendahulukan pengguna jalan.

Menurut penelitian dari Setianingsih (2007) pelintasan sebidang antara jalan raya dengan jalan rel kereta api adalah suatu kasus yang khusus pada ruas jalan raya dengan tanggung jawab dalam pengaturan dan pertimbangan dari keamanan yang terbagi untuk kepentingan jalan raya dan jalan rel kereta api.

Berdasarkan Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Raya dengan Jalan Kereta Api yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan pada tahun 2005 maupun Perencanaan Perlintasan Jalan dengan Jalan Kereta Api oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah tahun 2004, ada 2 ketentuan dalam perencanaan perlintasan sebidang yaitu:

1. Ketentuan Umum

Dalam pedoman perlintasan jalan dengan jalur kereta api harus

memperhatikan aspek – aspek sebagai berikut:

- a. Keselamatan lalu lintas, dimana kereta api mempunyai prioritas yang utama.
- b. Pandangan bebas dari pemakai jalan.
- c. Kepentingan dari pejalan kaki utama.
- d. Drainase jalan yang lancar.
- e. Menyangkut kepentingan dari penyandang cacat.
- f. Desain yang ramah terhadap lingkungan.

2. Ketentuan Teknis

- a. Geometrik pada perlintasan sebidang (sarana dan prasarana, klasifikasi, fungsi jalan, potongan melintang dan daerah / ruang bebas).
- b. Pengaturan dari lalu lintas.
- c. Tipe perkerasan pada perlintasan sebidang.

Persyaratan penyelenggaraan persilangan perlintasan sebidang antara jalan raya dengan kereta api mengacu kepada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.770/KA.401/DRJD/2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api. Didalam peraturan tersebut serta mengacu pada peraturan perundangan yang lebih tinggi, maka perlintasan antara jalan dengan jalur kereta api dibuat dengan prinsip yang tidak sebidang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini mengambil objek Perlintasan Sebidang di Kota Semarang. Lokasi yang terpilih dalam penelitian ini terdapat di tiga lokasi perlintasan sebidang yang akan diteliti yaitu Jalan Madukoro Raya seperti pada gambar 3.1, Jalan Kokrosono Raya seperti pada gambar 3.2, Jalan

Anjasmoro Raya seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.1 Lokasi Perlintasan Sebidang Jalan Anjasmoro Raya
Sumber : Hasil Survey 2018



Gambar 3.2 Lokasi Perlintasan Sebidang Jalan Madukoro Raya
Sumber : Hasil Survey 2018



Gambar 3.3 Lokasi Perlintasan Sebidang Jalan Kokrosono
Sumber : Hasil Survey 2018

Alasan pemilihan perlintasan sebidang di Jalan Madukoro Raya, Jalan Kokrosono, dan Jalan Anjasmoro Raya sebagai lokasi penelitian dikarenakan perlintasan ini merupakan perlintasan yang banyak dilalui oleh warga sekitar untuk menuju pusat perbelanjaan, kantor, dan sekolah atau universitas.

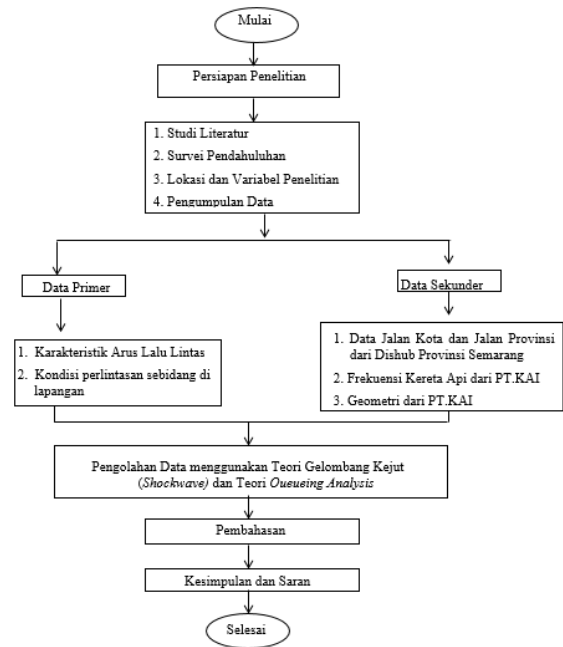
Data primer didapat dengan langsung melakukan survei ke lokasi penelitian di Jalan Madukoro Raya, Jalan Kokroso Raya, dan Jalan Anjasmoro Raya. Periode pengamatan di lapangan dilakukan pada hari yang ditetapkan selama 12 jam.

Data yang didapat dari hasil pengamatan :

1. Volume arus lalu lintas, data volume lalu lintas pada ruas Jalan Madukoro Raya, Jalan Kokroso Raya, dan Jalan Anjasmoro Raya dihitung untuk semua jenis kendaraan selama 12 jam.
2. Waktu kereta api melintas, selama penelitian surveyor mencatat jam kereta api melintas pada perlintasan di Jalan Madukoro Raya, Jalan Kokroso Raya, dan Jalan Anjasmoro Raya.
3. Durasi Penutupan Pintu, data durasi penutupan pintu perlintasan kereta api diperoleh dengan mencatat waktu pada saat pintu perlintasan mulai ditutup sebesar 450 sampai pada saat pintu perlintasan dibuka sebesar 450, sehingga selisih dari waktu tersebut diperoleh durasi penutupan pintu perlintasan.
4. Jumlah kendaraan dalam antrian dan panjang antrian, pada saat perlintasan mulai ditutup maka surveyor menghitung jumlah kendaraan yang berada dalam antrian dan mengukur panjangnya antrian pada ruas jalan.
5. Waktu Pemulihan lalu lintas Akibat penutupan Perlintasan, survei data waktu pemulihan akibat penutupan perlintasan dihitung mulai pada saat pintu perlintasan dibuka sampai

dengan kondisi lalu lintas normal kembali.

Bagan Alir



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perlintasan Anjasmoro Raya

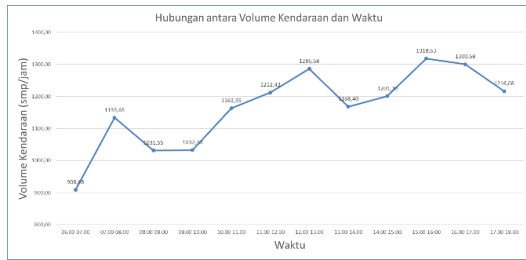
4.1.1. Volume Perlintasan Anjasmoro Raya

Waktu	EMP motor	EMP Mobil	EMP Kendaraan Berat	EMP Angkutan Umum	EMP Kendaraan tak bermotor	Jumlah EMP
06.00-07.00	319,00	580,38	0,75	3,60	4,75	908,48
07.00-08.00	414,75	702,50	4,60	6,30	5,50	1133,65
08.00-09.00	385,20	634,50	4,55	5,60	1,70	1031,55
09.00-10.00	407,55	612,00	5,10	5,35	2,40	1032,40
10.00-11.00	397,35	755,50	4,05	4,50	1,95	1163,35
11.00-12.00	420,00	782,63	3,60	4,10	2,10	1212,43
12.00-13.00	452,20	825,38	3,00	4,15	1,95	1286,68
13.00-14.00	439,05	715,00	4,75	5,20	4,40	1168,40
14.00-15.00	470,00	714,50	5,90	6,05	4,85	1201,30
15.00-16.00	527,05	774,63	5,15	6,10	5,70	1318,63
16.00-17.00	527,55	765,38	2,00	3,55	2,20	1300,68
17.00-18.00	478,80	736,13	0,40	0,60	0,15	1216,08

Sumber : Hasil Survey Perlintasan Anjasmoro Raya, 2018

Dari data yang di peroleh pada saat survey di lapangan, dapat di peroleh hasil lalu lintas harian rata – rata (LHR) diperlintasan anjasmoro raya sebesar 27,947.20 smp/jam. Hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sebesar 2,850,614.40 smpk. Volume

maksimal terjadi pada pukul 15.00 - 16.00 sebesar 1,318.68 smp.



Gambar 4.8 Diagram garis hubungan volume kendaraan dan waktu pada perlintasan Anjasmoro Raya
 Sumber : Hasil Survey Perlintasan Anjasmoro Raya, 2018

4.1.2. Tundaan Perlintasan Anjasmoro Raya

No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)	No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)
1	6:02	82	24	11:49	87
2	6:09	89	25	12:02	92
3	6:17	115	26	12:24	110
4	6:37	108	27	12:53	128
5	6:48	108	28	13:07	112
6	7:05	104	29	13:20	115
7	7:18	119	30	13:25	151
8	7:24	189	31	13:36	109
9	7:32	159	32	13:57	155
10	7:47	138	33	14:04	91
11	8:14	105	34	14:23	139
12	8:17	110	35	14:41	127
13	8:22	114	36	14:44	207
14	8:38	106	37	15:02	150
15	9:00	117	38	15:14	164
16	9:15	108	39	15:17	125
17	9:26	122	40	15:57	155
18	9:50	100	41	16:07	103
19	10:13	97	42	16:16	124
20	10:30	101	43	16:34	138
21	10:51	138	44	17:02	120
22	11:15	119	45	17:23	110
23	11:39	99	46	17:49	115

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan anjasmoro raya diperoleh rata-rata waktu tundaan. Pada tabel 4.23 diatas dapat terlihat tundaan terlama terjadi yaitu 207 detik pada pukul 14:44

4.1.3. Panjang Antrian Perlintasan Anjasmoro Raya

Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian		Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian	
	selatan	utara		selatan	utara
6:02	10	15	11:49	15	20
6:09	18	22	12:02	21	25
6:17	21	48	12:24	39	43
6:37	35	41	12:53	55	61
6:48	40	41	13:07	42	45
7:05	33	37	13:20	36	48
7:18	44	52	13:25	24	84
7:24	73	122	13:36	36	42
7:32	61	92	13:57	80	88
7:47	46	71	14:04	32	24
8:14	35	38	14:23	48	72
8:17	15	43	14:41	60	60
8:22	20	47	14:44	77	140
8:38	29	39	15:02	40	83
9:00	21	50	15:14	24	97
9:15	18	41	15:17	32	58
9:26	33	55	15:57	32	88
9:50	30	33	16:07	47	36
10:13	26	30	16:16	52	57
10:30	29	34	16:34	66	71
10:51	33	71	17:02	49	53
11:15	22	52	17:23	38	43
11:39	25	32	17:49	45	48

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan anjasmoro raya diperoleh rata-rata waktu panjang antrian. Pada tabel 4.24 diatas dapat terlihat panjang antrian terlama terjadi pada pukul 14.44. Dengan panjang 77 meter dari arah selatan dan 120 meter dari arah utara dengan jumlah sepeda motor paling dominan.

4.1.4 Konsumsi BBM Perlintasan Anjasmoro Raya

No	Jam Kedatangan Kereta Api	Tundaan (detik)	Antrian (m)	Konsumsi BBM (Liter)
1	06:00:00 - 07:00:00	502	291	195.54
2	07:00:00 - 08:00:00	709	631	276.35
3	08:00:00 - 09:00:00	435	266	169.45
4	09:00:00 - 10:00:00	447	281	174.14
5	10:00:00 - 11:00:00	336	223	130.91
6	11:00:00 - 12:00:00	305	166	118.80
7	12:00:00 - 13:00:00	330	244	128.59
8	13:00:00 - 14:00:00	642	525	250.20
9	14:00:00 - 15:00:00	564	513	219.85
10	15:00:00 - 16:00:00	594	454	231.47
11	16:00:00 - 17:00:00	365	329	142.28
12	17:00:00 - 18:00:00	345	276	134.45
Total Konsumsi Bahan Bakar Minyak / jam (Liter)				2172.02

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan table 2.26 di atas jumlah pengeluaran konsumsi bbm tertinggi pada pukul 07.00 – 08.00

sebesar 276.35 liter sedangkan yang terendah pada pukul 11.00 – 12.00 sebesar 118.80 liter.

4.1.5. Perbandingan antara persyaratan perlintasan sebidang dengan kondisi perlintasan kereta api Anjasmoro

No	Persyaratan Perlintasan Sebidang	Perlintasan Kereta Api Anjasmoro
1	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada lokasi tersebut rata-rata sekurang-kurangnya 6 (enam) menit pada waktu sibuk (<i>peak</i>)	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada perlintasan Anjasmoro adalah 5 menit
2	jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter;	jarak perlintasan terdekat kurang lebih adalah 1.125 meter
3	tidak terletak pada lengkungan jalan kereta api atau tikungan jalan;	terletak pada kondisi jalan lurus
4	terdapat kondisi lingkungan yang memungkinkan pandangan bagi	Tidak ada bangunan ataupun pohon yang menghalangi

masinis kereta jarak pandang api dari as pengguna jalan perlintasan dan bagi pengemudi kendaraan bermotor;

- 5 Jalan yang melintas adalah jalan Kelas III termasuk ke dalam kelas III

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Dari tabel 4.35 diatas, Perlintasan Anjasmoro Raya memenuhi 4 dari 5 persyaratan perlintasan sebidang. Persyaratan yang belum dipenuhi adalah ketentuan tentang waktu *head way* antara kereta satu dengan kereta lainnya terlalu sebentar yaitu 5 menit.

4.1.6 Penentuan Perlintasan Sebidang Anjasmoro

No	Penentuan Perlintasan Sebidang	Perlintasan Anjasmoro
1	Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta /hari;	Jumlah kereta api yang melintas sebanyak 88 kereta/hari
2	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebesar 27.947,2 smp/jam

kota

- 3 Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak 12.500 smpk. Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata dengan frekuensi kereta api sebanyak 2.80.614,4 smpk



Gambar 4.10 Diagram garis hubungan volume kendaraan dan waktu pada perlintasan madukoro raya

Sumber : Hasil Survey Perlintasan Madukoro Raya, 2018

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Perlintasan Anjasmoro sudah memenuhi untuk menjadi perlintasan sebidang dengan palang pintu. Karena baik dari frekuensi kereta api, maupun LHR dan hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sudah memenuhi syarat sebagai perlintasan sebidang dengan palang pintu.

4.2. Perlintasan Madukoro Raya

4.2.1. Volume Perlintasan Madukoro Raya

Waktu	EMP motor	EMP Mobil	EMP Kendaraan Berat	EMP Angkutan Umum	EMP Kendaraan tak bermotor	Jumlah EMP
06.00-07.00	243.65	331.00	1.30	2.90	2.30	581.15
07.00-08.00	356.85	566.75	3.05	3.90	2.60	933.15
08.00-09.00	358.70	628.13	2.95	4.85	1.85	996.48
09.00-10.00	344.90	675.38	3.65	4.45	1.05	1029.43
10.00-11.00	422.95	734.50	2.85	3.00	0.80	1164.10
11.00-12.00	404.55	859.25	2.80	4.10	1.55	1272.25
12.00-13.00	432.65	788.88	3.30	4.25	2.10	1231.18
13.00-14.00	411.00	828.63	5.15	5.00	3.45	1253.23
14.00-15.00	426.90	808.63	6.05	5.60	4.70	1251.88
15.00-16.00	398.80	785.38	4.20	4.05	3.55	1195.98
16.00-17.00	423.35	783.38	3.50	3.75	2.25	1216.23
17.00-18.00	404.15	791.38	1.05	1.00	1.10	1198.68

Sumber : Hasil Survey Perlintasan Madukoro Raya, 2018

Dari data yang di peroleh pada saat survey di lapangan, dapat di peroleh hasil lalu lintas harian rata – rata (LHR) diperlintasan madukoro raya sebesar 26,647.40 smp/jam. Hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sebesar 2,718,034.80 smpk. Volume maksimal terjadi pada pukul 13.00 - 14.00 sebesar 1,253.23 smp.

4.2.2. Tundaan Perlintasan Madukoro Raya

No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)	No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)
1	6:06	85	24	11:53	90
2	6:13	92	25	12:06	95
3	6:21	118	26	12:28	113
4	6:41	111	27	12:57	131
5	6:52	111	28	13:11	115
6	7:09	107	29	13:24	118
7	7:22	122	30	13:29	154
8	7:28	192	31	13:40	112
9	7:36	162	32	14:01	158
10	7:51	141	33	14:08	94
11	8:18	108	34	14:27	142
12	8:21	113	35	14:45	130
13	8:26	117	36	14:48	210
14	8:42	109	37	15:06	153
15	9:04	120	38	15:18	167
16	9:19	111	39	15:21	128
17	9:30	125	40	16:01	158
18	9:54	103	41	16:11	106
19	10:17	100	42	16:20	127
20	10:34	104	43	16:38	141
21	10:55	141	44	17:06	123
22	11:19	122	45	17:27	113
23	11:43	102	46	17:53	118

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan madukoro raya diperoleh rata-rata waktu tundaan. Pada tabel 4.25 diatas dapat terlihat tundaan terlama terjadi yaitu 210 detik pada pukul 14:48

4.2.3. Panjang Antrian Perlintasan Madukoro Raya

Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian		Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian	
	selatan	utara		selatan	utara
6:06	32	27	11:53	109	80
6:13	45	41	12:06	187	154
6:21	36	30	12:28	247	210
6:41	41	35	12:57	221	177
6:52	108	85	13:11	176	135
7:09	79	70	13:24	198	165
7:22	102	84	13:29	121	100
7:28	156	107	13:40	111	90
7:36	121	90	14:01	79	60
7:51	173	148	14:08	98	79
8:18	273	194	14:27	125	106
8:21	169	141	14:45	141	124
8:26	120	93	14:48	157	146
8:42	87	77	15:06	112	90
9:04	77	48	15:18	139	118
9:19	62	39	15:21	119	96
9:30	89	67	16:01	89	68
9:54	69	49	16:11	145	127
10:17	94	73	16:20	201	169
10:34	107	85	16:38	221	182
10:55	88	50	17:06	199	166
11:19	57	27	17:27	241	202
11:43	81	56	17:53	189	165

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan madukoro raya diperoleh rata-rata waktu panjang antrian. Pada tabel 4.26 diatas dapat terlihat panjang antrian terlama terjadi pada pukul 08.18 dan 12.28. Dengan panjang 273 meter dari arah selatan dan 210 meter dari arah utara dengan jumlah sepeda motor paling dominan.

4.2.4 Konsumsi BBM Perlintasan Madukoro Raya

No	Jam Kedatangan Kereta Api	Tundaan (detik)	Antrian (m)	Konsumsi BBM (Liter)
1	06:00:00 - 07:00:00	517	480	201.54
2	07:00:00 - 08:00:00	724	1130	282.61
3	08:00:00 - 09:00:00	447	1154	174.88
4	09:00:00 - 10:00:00	459	500	178.99
5	10:00:00 - 11:00:00	345	497	134.64
6	11:00:00 - 12:00:00	314	410	122.51
7	12:00:00 - 13:00:00	339	1196	132.91
8	13:00:00 - 14:00:00	499	1096	195.06
9	14:00:00 - 15:00:00	734	1115	286.49
10	15:00:00 - 16:00:00	448	674	174.86
11	16:00:00 - 17:00:00	532	1202	207.99
12	17:00:00 - 18:00:00	354	1162	138.71
Total Konsumsi Bahan Bakar Minyak / jam (Liter)				2231.19

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan table 2.30 di atas jumlah pengeluaran konsumsi bbm tertinggi pada pukul 14.00 – 15.00 sebesar 286.49 liter sedangkan yang

terendah pada pukul 11.00 – 12.00 sebesar 122.51 liter.

4.2.5. Perbandingan antara persyaratan perlintasan sebidang dengan kondisi perlintasan kereta api Madukoro

No	Persyaratan Perlintasan Sebidang	Perlintasan Kereta Api Madukoro
1	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada lokasi tersebut rata-rata sekurang-kurangnya 6 (enam) menit pada waktu sibuk (<i>peak</i>)	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada perlintasan jarak adalah 7 menit
2	jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter;	jarak perlintasan terdekat adalah 100 meter
3	tidak terletak pada lengkungan jalan kereta api atau tikungan jalan;	terletak pada kondisi jalan lurus
4	terdapat kondisi lingkungan yang memungkinkan pandangan bagi masinis kereta api dari as perlintasan dan	Tidak ada bangunan ataupun pohon yang menghalangi jarak pandang pengguna jalan

- bagi pengemudi kendaraan bermotor;
- 5 Jalan yang melintas adalah jalan Kelas III
- Jalan Madukoro Raya termasuk ke dalam kelas III

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Dari tabel 4.36 diatas, Perlintasan Madukoro raya memenuhi 4 dari 5 persyaratan perlintasan sebidang. Persyaratan yang belum dipenuhi adalah ketentuan tentang jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter, sedangkan jarak perlintasan terdekat dari Jalan Madukoro Raya adalah 100 meter.

4.2.6. Penentuan Perlintasan Sebidang Madukoro

No	Penentuan Perlintasan Sebidang	Perlintasan Madukoro
1	Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta /hari;	Jumlah kereta api yang melintas sebanyak 88 kereta/hari
2	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar kota	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebesar 26.647,4 smp/jam

- 3 Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 12.500 smpk.
- Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata dengan frekuensi kereta api sebanyak 2.718.034,8 smpk

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Berdasarkan tabel 4.39 diatas, perlintasan Madukoro sudah memenuhi untuk menjadi perlintasan sebidang dengan palang pintu. Karena baik dari frekuensi kereta api, maupun LHR dan hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sudah memenuhi syarat sebagai perlintasan sebidang dengan palang pintu.

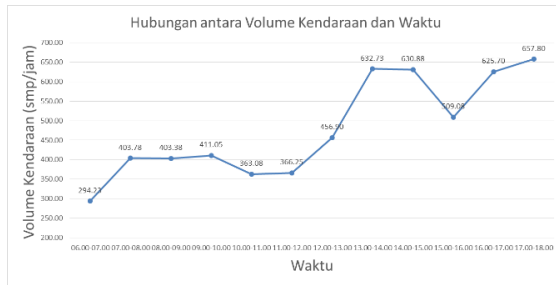
4.3. Perlintasan Kokrosono

4.3.1. Volume Perlintasan Kokrosono

Waktu	EMP motor	EMP Mobil	EMP Kendaraan Berat	EMP Angkutan Umum	EMP Kendaraan tak bermotor	Jumlah EMP
06.00-07.00	171.40	120.88	0.00	1.15	0.80	294.23
07.00-08.00	250.15	150.63	1.65	0.15	1.20	403.78
08.00-09.00	269.30	131.63	1.00	0.00	1.45	403.38
09.00-10.00	314.20	95.25	1.40	0.00	0.20	411.05
10.00-11.00	260.40	97.38	2.15	0.45	2.70	363.08
11.00-12.00	245.85	118.75	1.10	0.00	0.55	366.25
12.00-13.00	304.15	148.50	3.70	0.55	0.00	456.90
13.00-14.00	379.25	247.63	3.30	1.90	0.65	632.73
14.00-15.00	335.60	290.63	2.75	0.00	1.90	630.88
15.00-16.00	288.15	219.38	1.50	0.05	0.00	509.08
16.00-17.00	341.25	280.25	1.70	1.90	0.60	625.70
17.00-18.00	362.80	293.50	0.35	0.00	1.15	657.80

Sumber : Hasil Survey Perlintasan Kokrosono Raya, 2018

Dari data yang di peroleh pada saat survey di lapangan, dapat di peroleh hasil lalu lintas harian rata – rata (LHR) diperlintasan kokrosono sebesar 11,509.65 smp/jam. Hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sebesar 1,173,984.30 smpk. Volume maksimal terjadi pada pukul 17.00 - 18.00 sebesar 657.80 smp.



Gambar 4.12 Diagram garis Hubungan antara Volume Kendaraan dan Waktu pada Perlintasan Kokrosono

Sumber : Hasil Survey Perlintasan Kokrosono, 2018

4.3.2. Tundaan Perlintasan Kokrosono

No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)	No	Jam Kedatangan Kereta Api	tundaan (detik)
1	6:07	92	24	11:54	97
2	6:14	99	25	12:07	102
3	6:22	125	26	12:29	120
4	6:42	118	27	12:58	138
5	6:53	118	28	13:12	122
6	7:10	114	29	13:25	125
7	7:23	129	30	13:30	161
8	7:29	199	31	13:41	119
9	7:37	169	32	14:02	165
10	7:52	148	33	14:09	101
11	8:19	115	34	14:28	149
12	8:22	120	35	14:46	137
13	8:27	124	36	14:49	217
14	8:43	116	37	15:07	160
15	9:05	127	38	15:19	174
16	9:20	118	39	15:22	135
17	9:31	132	40	16:02	165
18	9:55	110	41	16:12	113
19	10:18	107	42	16:21	134
20	10:35	111	43	16:39	148
21	10:56	148	44	17:07	130
22	11:20	129	45	17:28	120
23	11:44	109	46	17:54	125

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan kokrosono diperoleh rata-rata waktu tundaan. Pada tabel 4.31 diatas dapat terlihat tundaan terlama terjadi yaitu 217 detik pada pukul 14:49

4.3.3. Panjang Antrian Perlintasan Kokrosono

Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian		Jam Kedatangan Kereta Api	panjang antrian	
	selatan	utara		selatan	utara
6:07	32	40	11:54	109	138
6:14	45	54	12:07	147	134
6:22	83	92	12:29	247	210
6:42	155	147	12:58	221	177
6:53	91	74	13:12	88	47
7:10	134	125	13:25	149	116
7:23	101	110	13:30	121	100
7:29	87	66	13:41	137	116
7:37	121	152	14:02	187	168
7:52	173	154	14:09	98	79
8:19	56	83	14:28	140	121
8:22	69	97	14:46	141	124
8:27	77	104	14:49	157	146
8:43	48	58	15:07	112	90
9:05	88	117	15:19	139	118
9:20	48	71	15:22	119	96
9:31	89	111	16:02	127	106
9:55	69	89	16:12	145	127
10:18	94	115	16:21	201	169
10:35	107	129	16:39	221	182
10:56	88	126	17:07	199	166
11:20	66	96	17:28	241	202
11:44	81	106	17:54	189	165

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan hasil survei pada perlintasan kokrosono diperoleh rata-rata waktu panjang antrian. Pada tabel 4.32 diatas dapat terlihat panjang antrian terlama terjadi pada pukul 12.29. Dengan panjang 247 meter dari arah selatan dan 210 meter dari arah utara dengan jumlah sepeda motor paling dominan.

4.3.4. Konsumsi BBM Perlintasan Madukoro Raya

No	Jam Kedatangan Kereta Api	Tundaan (detik)	Antrian (m)	Konsumsi BBM (Liter)
1	06:00:00 - 07:00:00	552	813	215.43
2	07:00:00 - 08:00:00	759	1223	296.31
3	08:00:00 - 09:00:00	475	592	185.29
4	09:00:00 - 10:00:00	487	682	190.04
5	10:00:00 - 11:00:00	366	659	142.95
6	11:00:00 - 12:00:00	335	596	130.84
7	12:00:00 - 13:00:00	360	1136	141.02
8	13:00:00 - 14:00:00	527	874	205.76
9	14:00:00 - 15:00:00	769	1361	300.32
10	15:00:00 - 16:00:00	469	674	183.03
11	16:00:00 - 17:00:00	560	1278	218.94
12	17:00:00 - 18:00:00	375	1162	146.88
Total Konsumsi Bahan Bakar Minyak / jam (Liter)				2356.81

Sumber : Hasil Survey (2018)

Berdasarkan table 2.34 di atas jumlah pengeluaran konsumsi bbm tertinggi pada pukul 14.00 – 15.00

sebesar 300.32 liter sedangkan yang terendah pada pukul 11.00 – 12.00 sebesar 130.84 liter.

4.3.5. Perbandingan antara persyaratan perlintasan sebidang dengan kondisi perlintasan kereta api Kokroso

No	Persyaratan Perlintasan Sebidang	Perlengkapan Perlintasan Kereta Api Kokroso
1	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada lokasi tersebut rata-rata sekurang-kurangnya 6 (enam) menit pada waktu sibuk (<i>peak</i>)	selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (<i>Head way</i>) yang melintas pada perlintasan jarak adalah 7 menit.
2	jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter.	jarak perlintasan terdekat adalah 100 meter.
3	tidak terletak pada lengkungan jalan kereta api atau tikungan jalan;	terletak pada kondisi jalan lurus
4	terdapat kondisi lingkungan yang memungkinkan	Ada pohon yang menghalangi jarak pandang

pandangan bagi pengguna jalan masinis kereta api dari as perlintasan dan bagi pengemudi kendaraan bermotor;

- 5 Jalan yang melintas adalah jalan Kelas III ke dalam kelas III

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Dari tabel 4.37 diatas, Perlintasan Kokroso memenuhi 3 dari 5 persyaratan perlintasan sebidang. Persyaratan yang belum dipenuhi adalah adanya pohon yang menghalangi jarak pandang pengguna jalan dan ketentuan tentang jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter, sedangkan jarak perlintasan terdekat dari Jalan Kokroso adalah 100 meter.

4.3.6. Penentuan Perlintasan Sebidang Kokroso

No	Penentuan Perlintasan Sebidang	Perlintasan Kokroso
1	Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta /hari;	Jumlah kereta api yang melintas sebanyak 88 kereta/hari
2	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan	Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebesar 11.509,65 smp/jam

	dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar kota	
3	Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 12.500 smpk.	Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 1.173.984,3 smpk

Sumber : Tugas Akhir Gita Mustika Dewi Kelo, Gloryani F.N Jehudu

Berdasarkan tabel 4.40 diatas, perlintasan Kokrosono sudah memenuhi untuk menjadi perlintasan sebidang dengan palang pintu. Karena baik dari frekuensi kereta api, maupun LHR dan hasil perkalian LHR dengan frekuensi kereta api sudah memenuhi syarat sebagai perlintasan sebidang dengan palang pintu.

5. KESIMPULAN

1. Analisis panjang antrian dan tundaan yang pertama di perlintasan Anjasmoro raya pada pukul 14.44 WIB terjadinya puncak antrian yang begitu panjang yaitu sekitar 140 m, pada perlintasan Madukoro Raya pada pukul 08.18 WIB juga terjadi penumpukan kendaraan di perlintasan sebidang tersebut yaitu sepanjang 273 m, dan perlintasan Kokrosono pada saat jam makan siang atau istirahat pukul 12.29 WIB terjadi penumpukan kendaraan di perlintasan sebidang tersebut yaitu sepanjang 247 m.

2. Analisis data yang di peroleh dari hasil survey pada perlintasan Anjasmoro Raya mengkonsumsi bbm tertinggi sebesar 276.35 liter, lalu pada perlintasan Madukoro Raya sebesar 286.49 liter, kemudian pada perlintasan Kokrosono sendiri sebesar 300.32 liter.
3. Menurut analisis persyaratan perlintasan sebidang sesuai dengan SK 770 tahun 2005, perlintasan Anjasmoro Raya memenuhi 4 dari 5 syarat, perlintasan Madukoro Raya memenuhi 4 dari 5 syarat, perlintasan Kokrosono memenuhi 3 dari 5 syarat.
4. Berdasarkan ketentuan pada SK 770 tahun 2005, pada perlintasan Anjasmoro Raya (2.580.614,4 smpk), pada perlintasan Madukoro Raya (2.718.034,8 smpk) dan pada perlintasan Kokrosono (1.173.984,3 smpk) sudah tidak memenuhi syarat sebagai perlintasan sebidang ($LHR \times \text{Frekuensi kereta api} < 35.000 \text{ smpk}$), sehingga sebaiknya sudah ditingkatkan menjadi perlintasan tidak sebidang.

DAFTAR PUSTAKA

Lubis Royhan A. Studi Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalulintas”(Studi Kasus: Perlintasan Kereta Api Jalan Sekip). Medan : Universitas Sumatera Utara.

Mujahidin Muhammad I, Sumarsono A, Legowo Slamet J. Hubungan tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar akibat penyempitan jalan (Bottleneck) pada pembangunan Flyover Palur (Studi kasus : Jalan raya Palur KM 7,5). e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 4 tahun 2014.

<http://matriks.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/MaTekSi/article/view/263>

Pebrianti Noffi A. 2016. Dampak Tundaan pada pengoperasian palang pintu perlintasan kereta api di jalan Timoho Yogyakarta terhadap konsumsi bahan bakar minyak. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Peraturan Menteri 10 tahun 2011 tentang persyaratan teknis peralatan persinyalan

Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985 tentang Jalan

Peraturan Pemerintah No. 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan lalu lintas jalan

Peraturan Pemerintah No.56 tahun 2009 tentang penyelenggaraan perkeretaapian

Sitorus Fernando P, Surbakti Medis S. Studi pengaruh Perlintasan Sebidang jalan dengan rel kereta api terhadap karakteristik lalu lintas di perlintasan kereta api jalan Sisingamangaraja Medan. Medan : Universitas Sumatera Utara.

SK.770/KA.401/DRJD/2005, (2005), "Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor tentang Pedoman Teknis Perlintasan

Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api"

UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

UU No. 23 tahun 2007 tentang Perkeretaapian