

STUDI GELOMBANG KEJUT PADA SILANG KA LETJEN S.PARMAN BALAPAN DENGAN MENGGUNAKAN EMP ATAS DASAR ANALISA HEADWAY

Lintang Ayu Pratiwi ¹⁾, Agus Sumarsono ²⁾, Djumari, ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: lintangayup@gmail.com

Abstract

Cross plot between the railway and highway lead to various problems, among others, long queues and time normalization. This research is located in cross rail Letjen. S. Parman street Surakarta. Based on a comparison between the pceheadway ratio and generated IHCM 1997. Pce headway ratio analysis, pce values for motorcycles (MC) 0.39 and large vehicles (HV) of 1.32. The maximum current value of 196.32 pcu Model Greenshields. Analysis of the shock wave generated wab most of -4.15 km / h, wcb of -12.53 km / h, and wac amounted to 7.55 km / h with a normalization of 159.18 seconds in duration 121 seconds. Analysis generated pcu of MKJI 1997 for motorcycles (MC) of 0.40 and a large vehicle (HV) 1.30. The maximum current value of 200.50 pcu Model Greenshields. Analysis of the shock wave generated wab most of -4.34 km / h, wcb of -12.52 km / h, and wac of 8.44 km / h with a normalization of 159.53 seconds in duration 121 seconds. From these data we can disimpulkan that the results of calculations using the emp headway ratio is smaller than the pce MKJI 1997. In comparison analysis model validation tests using MAPE (Mean Absolute Error percentage), time normalization pcu headway ratios greater than IHCM 1997 with a normalization difference of 0.01%.

Keywords: *shockwaves, HeadwayRatioMethod, Greenshields method*

Abstrak

Persilangan sebidang antara jalur kereta api dan jalan raya menimbulkan berbagai permasalahan antara lain panjang antrian dan waktu penormalan. Penelitian ini berlokasi di Silang KA jalan Letjen S. Parman Surakarta. Berdasarkan perbandingan antara emp rasio *headway* dan MKJI 1997 dihasilkan analisis emp rasio *headway*, nilai emp untuk sepeda motor (MC) 0,39 dan kendaraan besar (HV) 1,32. Nilai arus maksimum Model *Greenshields* sebesar 196,32 smp. Analisis gelombang kejut (*shock wave*) terbesar dihasilkan wab sebesar -4,15 km/jam, wcb sebesar -12,53 km/jam, dan wac sebesar 7,55 km/jam dengan waktu penormalan 159,18 detik dengan durasi 121 detik. Analisis emp MKJI 1997 dihasilkan emp untuk sepeda motor (MC) 0,40 dan kendaraan besar (HV) 1,30. Nilai arus maksimum Model *Greenshields* sebesar 200,50 smp. Analisis gelombang kejut (*shock wave*) terbesar dihasilkan wab sebesar -4,34 km/jam, wcb sebesar -12,52 km/jam, dan wac sebesar 8,44 km/jam dengan waktu penormalan 159,53 detik dengan durasi 121 detik. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dengan menggunakan emp rasio *headway* lebih kecil dibandingkan dengan emp MKJI 1997. Pada analisis perbandingan uji validasi model dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), waktu penormalan emp rasio *headway* lebih besar daripada waktu penormalan MKJI 1997 dengan selisih 0,01 %.

Kata kunci: *Gelombang Kejut, Metode Rasio Headway, Metode Greenshields*

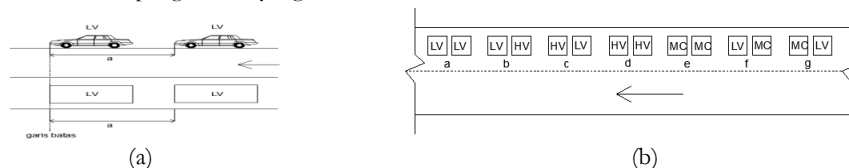
PENDAHULUAN

Kegiatan penduduk yang bervariasi akan membangkitkan dan menarik pergerakan. Semakin banyak aktifitas maka pergerakan akan semakin tinggi. Namun, hal ini akan menjadi masalah jika kapasitas jalan lebih kecil dari jumlah pergerakan sehingga mengakibatkan antrian dan tundaan yang panjang terutama pada daerah pertemuan dua moda yang berbeda yaitu pengguna jalan dan kereta api, yang terjadi pada silang KA jalan Letjen S.Parmar Surakarta. Pada saat kereta api melintas dilakukan penutupan pintu kereta yang mengakibatkan antrian dan tundaan di sepanjang jalan menuju perlintasan. Antrian dan tundaan yang disebabkan oleh hambatan yang berakibat pada perubahan kerapatan arus lalu lintas disebut dengan gelombang kejut (*Shock Wave*). Pada penelitian kali ini dilakukan bertujuan untuk menghitung gelombang kejut dengan menggunakan emp dari metode rasio *Headway* yang kemudian sebagai kontrol akan dibandingkan dengan emp pada MKJI 1997 dan di uji validitas model antara waktu penormalan hitungan dengan waktu penormalan kondisi di lapangan.

Landasan Teori

Metode Rasio *Headway*

Untuk menentukan nilai emp digunakan waktu antara (*time headway*) kendaraan yang berurutan saat kendaraan tersebut melewati suatu pengamatan yang telah ditentukan.



Gambar 1. Contoh cara pencatatan time headway dan kombinasi pasangan kendaraan yang ditinjau

Kemudian dari data tersebut di uji statistik dengan rumus :

Standar error : $\frac{E}{\sqrt{n}}$... (1) dan standard deviasi : $\frac{S}{\sqrt{N}}$... (2)

Dengan: E : standard error n : jumlah sampel
 S : standard deviasi : nilai *time headway* ke-i
 N : jumlah sampel : nilai rata-rata sampel *time headway*

Metode Greenshields

Metode ini digunakan untuk menentukan hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan-arus. Dari metode ini didapatkan nilai arus maksimum (Vm), kecepatan maksimu (Sm) dan kepadatan maksimum (Dm) dengan rumus :

$V_m = \frac{S_m}{2}$... (3) $D_m = \frac{S_m}{2V_m}$... (4) $V_m = \frac{S_m}{2}$... (5)

Dengan : V_m : Kecepatan jam D_j : Kepadatan jam

Menentukan Hubungan Matematis Transformasi Linier

Untuk menentukan hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan (S-D) Arus-Kecepatan (V-S) dan Arus-kepadatan (V-D) dengan melakukan transformasi linier dengan mengasumsikan $V = S \cdot t$ dan $D = \frac{S}{V}$. Dari survei kecepatan dan nilai kepadatan arus lalu lintas, maka dengan analisis regresi-linier parameter A dan B dapat dihitung dan dihasilkan beberapa nilai berikut $A = \frac{S_m}{2}$ dan $B = \frac{S_m}{2V_m}$.

$V = A + B \cdot S$... (6) $D = \frac{A}{V} + B$... (7)

Gelombang Kejut (Shock Wave)

Gelombang kejut pada penutupan perlintasan KA dapat dianalisis apabila hubungan matematis antara arus-kepadatan telah diketahui dan kondisi arus lalu lintas telah ditentukan. Selama waktu antara t_1 sampai dengan t_2 , perlintasan pintu KA terbuka arus lalu lintas pada ruas jalan bergerak ke arah hilir, Pada waktu t_2 , pintu perlintasan pintu KA tertutup dan kondisi arus lalu lintas pada garis henti (*stop line*) berubah. Pada waktu t_3 - t_4 terbuka, sedangkan Pada saat t_4 seluruh kendaraan sudah melewati garis henti. Pada waktu t_5 , saat pintu perlintasan tertutup, pola gelombang kejut ke arah hulu mulai berulang lagi. Besarnya gelombang kejut dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$Q_m = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot (t_2 - t_1)$... (8)

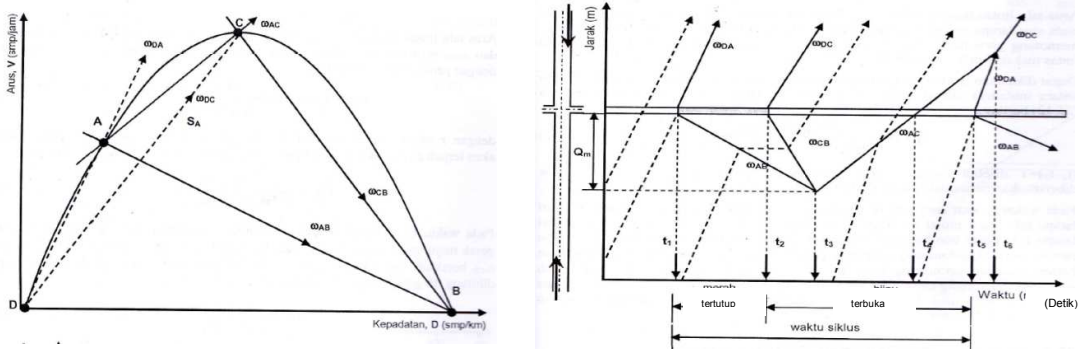
$Q_m = \frac{S_2 + S_3}{2} \cdot (t_3 - t_2)$... (9)

$Q_m = \frac{S_3 + S_4}{2} \cdot (t_4 - t_3)$... (10)

Panjang antrian dapat dihitung dengan rumus : $L = Q_m \cdot (t_2 - t_1)$... (11)

Waktu Penormalan : $T = t_2 - t_1 + t_3 - t_2 + t_4 - t_3 + t_5 - t_4$... (12)

Dengan : Q_m : gelombang kejut mundur bentukan
 L : gelombang kejut mundur
 T : gelombang kejut maju pemulihan



(a) (b)
 Gambar 2. Pola Gelombang Kejut Pada Perlintasan KA

Uji Statistik

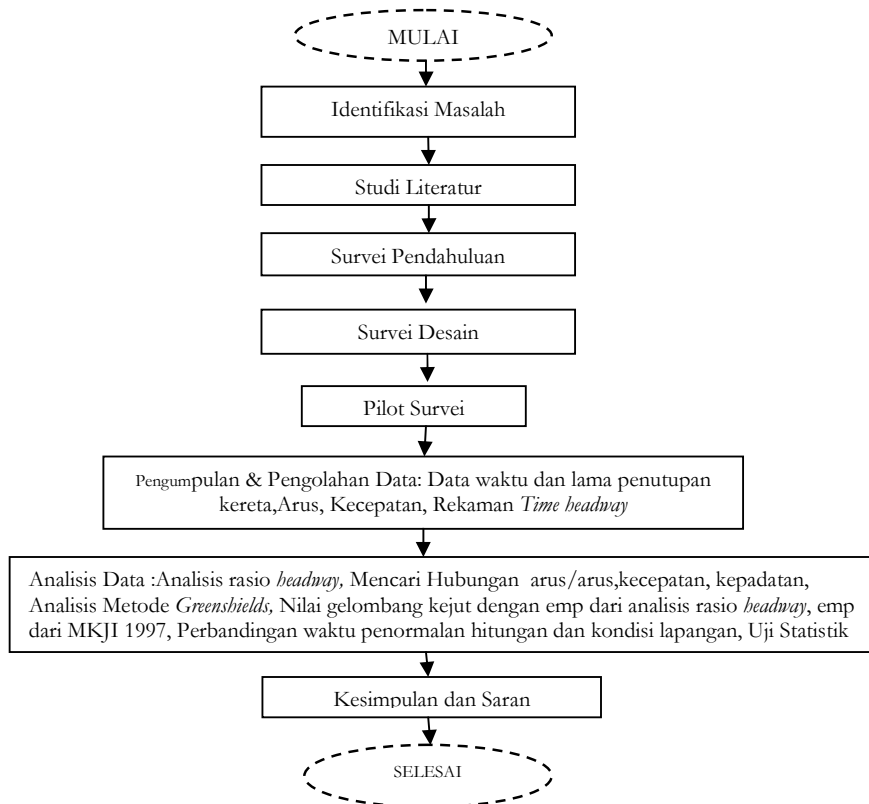
Uji statistik diperoleh dari uji korelasi $r = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{\sqrt{[N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2] [N \sum_{i=1}^N (Y_i)^2 - (\sum_{i=1}^N (Y_i))^2]}}$... (13)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (b_i - a_i)^2}{n}} \quad \dots(14) \quad \text{MAE} = \frac{\sum |b_i - a_i|}{n} \quad \dots(15) \quad \text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \frac{|b_i - a_i|}{a_i} \times 100 \% \quad \dots(16)$$

Dengan : b_i : waktu penormalan hasil hitungan
 a_i : waktu penormalan real
 N : jumlah data

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan hasil rekaman kamera HD. Untuk mendapatkan data arus dalam selang waktu 15 menit, masing-masing jenis kendaraan dihitung jumlahnya sesuai dengan pembagian peruntukan form / lembar kerja lapangan (kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor). Hasil perhitungan masing-masing kendaraan tersebut kemudian diambil jumlah total jenis kelompok kendaraan yang dicatat dan jumlah keseluruhan kendaraan. Jumlah masing-masing kendaraan dikonversikan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang dikelompokkan dalam jumlah semua kendaraan dalam smp. Perhitungan dilakukan terus menerus untuk semua data kendaraan pada seluruh jam pengamatan sehingga didapat data arus kendaraan pada setiap interval waktunya. Untuk periode pengamatan kecepatan rerata ruang sama seperti data arus yaitu setiap 15 menit. Berdasarkan pada jarak tempuh yang sudah diketahui yaitu sebesar 25 m. Data *time headway* yang didapat dari pengamatan diolah dengan bantuan program *Excel*. Pertama adalah mencari interval data yang diperoleh dari nilai rata-rata (\bar{x}) ditambah / dikurangi dengan nilai batasan toleransi kesalahan (ϵ). Setelah itu diperoleh *headway* terkoreksi dengan mengambil dari data *headway* awal yang masuk dalam interval data. Nilai emp MC diperoleh dari rata-rata *time headway* terkoreksi MC dibagi rata-rata *time headway* terkoreksi LV dan nilai emp HV diperoleh dari rata-rata *time headway* terkoreksi HV dibagi rata-rata *time headway* terkoreksi LV. Berikut merupakan Diagram alir penelitian :



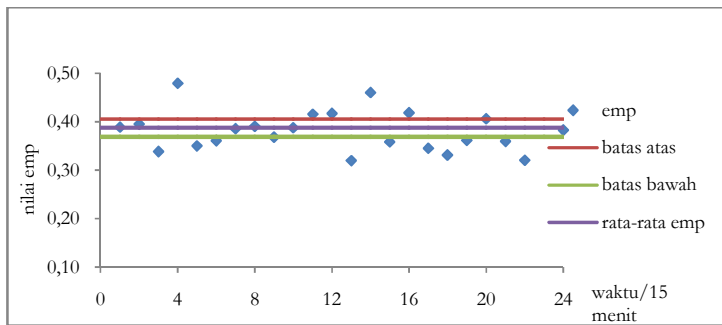
Gambar 3. Diagram alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian untuk emp untuk MC dan HV metode rasio *headway* sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil emp MC untuk Jalan Letjen S.Parman Utara

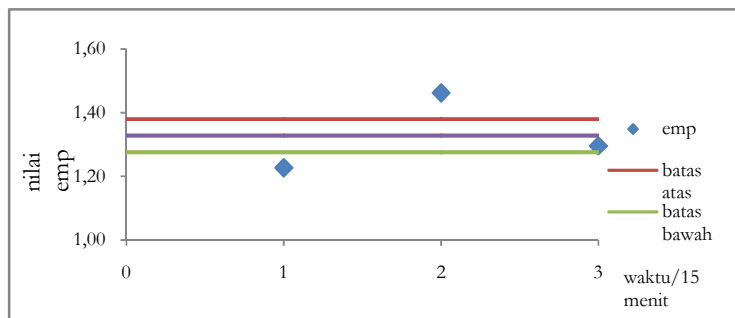
Waktu	emp	Waktu	emp	Waktu	emp
06.00-06.15	0,39	12.00-12.15	0,37	16.00-16.15	0,35
06.15-06.30	0,39	12.15-12.30	0,39	16.15-16.30	0,33
06.30-06.45	0,34	12.30-12.45	0,42	16.30-16.45	0,36
06.45-07.00	0,48	12.45-13.00	0,42	16.45-17.00	0,41
07.00-07.15	0,35	13.00-13.15	0,32	17.00-17.15	0,36
07.15-07.30	0,36	13.15-13.30	0,46	17.15-17.30	0,32
07.30-07.45	0,39	13.30-13.45	0,36	17.30-17.45	0,56
07.45-08.00	0,39	13.45-14.00	0,42	17.45-18.00	0,38
□	3,09	□	3,15	□	3,06
□x□	0,39	□x□	0,39	□x□	0,38
□x□	0,39				
Batas Atas	0,41				
Batas Bawah	0,37				



Gambar4. Diagram kontrol rata-rata emp MC Jalan Letjen S. Parman Utara

Tabel 2. Hasil emp HV untuk Jalan Letjen S.Parman Utara

Waktu	emp
06.00-06.15	1,23
13.15-13.30	1,46
16.45-17.00	1,30
□	3,98
□x□	1,32
Batas Atas	1,38
Batas Bawah	1,28

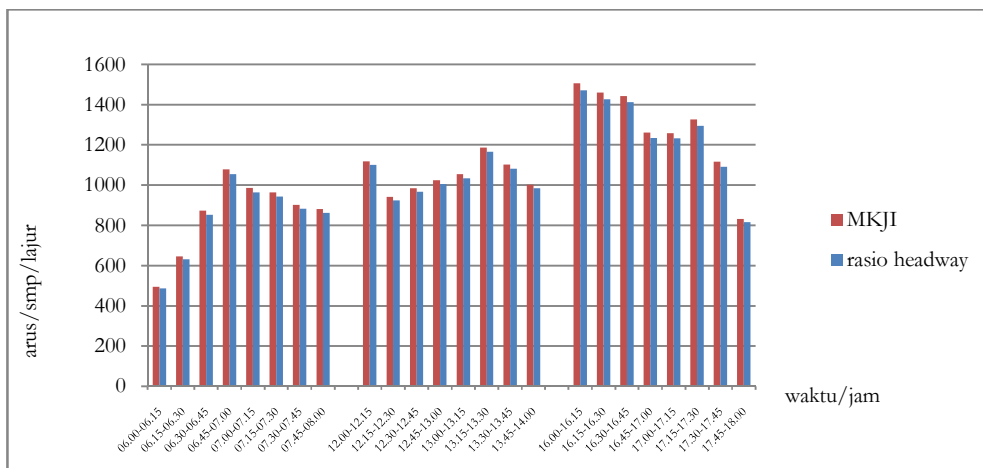


Gambar5. Diagram kontrol rata-rata emp HV Jalan Letjen S. Parman Utara

Dari hasil perhitungan emp diatas didapatkan nilai emp rata-rata MC dan HV sebesar 0,39 dan 1,32 dan kemudian akan dikalikan dengan arus per jam. Berikut adalah hasil rekap arus yang telah dikalikan dengan emp *headway* dan emp MKJI 1997.

Tabel 3. Perbandingan Total arus emp *headway* dan MKJI 1997

Waktu	Volume km/jam		Waktu	Volume km/jam		Waktu	Volume km/jam	
	Hd	MKJI		Hd	MKJI		Hd	MKJI
06.00-06.15	486,2009	495,6	12.00-12.15	1100,247	1118,8	16.00-16.15	1470,729	1505,2
06.15-06.30	631,3741	645,6	12.15-12.30	923,3805	941,2	16.15-16.30	1427,182	1458,8
06.30-06.45	852,0484	873,2	12.30-12.45	965,9657	984,4	16.30-16.45	1410,858	1442,4
06.45-07.00	1054,182	1078,8	12.45-13.00	1004,788	1024	16.45-17.00	1233,597	1260,4
07.00-07.15	962,2739	984,8	13.00-13.15	1032,744	1054,8	17.00-17.15	1232,294	1257,2
07.15-07.30	943,8671	963,6	13.15-13.30	1164,68	1186,4	17.15-17.30	1295,35	1326,8
07.30-07.45	882,5558	902,4	13.30-13.45	1081,19	1102,4	17.30-17.45	1090,097	1114,8
07.45-08.00	861,5007	881,2	13.45-14.00	983,7706	1002	17.45-18.00	814,9225	832
TOTAL	6674,003	6825,2		8256,766	8414		9975,029	10197,6



Gambar 6. Perbandingan Fluktuasi Arus Lalu Lintas dari Metode Rasio *Headway* dan MKJI 1997 per jam

Dari Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa perhitungan arus kendaraan dari emp metode rasio *headway* lebih kecil dibandingkan dengan arus dari MKJI 1997. Hal ini disebabkan oleh jumlah prosentase arus MC yang besar (84%) sementara faktor pengali yaitu emp dari metode rasio *headway* yang lebih kecil yaitu sebesar 0,39 dibandingkan dengan standar baku MKJI 1997 sebesar 0,4. Untuk perhitungan HV tidak terlalu berpengaruh terhadap arus, karena jumlah prosentasenya yang sedikit sebesar 1 % dari total keseluruhan kendaraan yang melintas di Jalan Letjen S. Parman arah Utara

Analisis Gelombang Kejut dengan emp Rasio *Headway*

Tabel 4. Hubungan arus-kecepatan-kepadatan dari metode *greenshields*

Parameter	Rumus	emp <i>Headway</i>
Vm (smp/jam)	$D_j \cdot S_{ff} / 4$	1229,59
Sm (km/jam)	$S_{ff} / 2$	12,53
Dm (km/jam)	$D_j / 2$	98,16
Hub. V-S	$V = D_i \cdot S - (D_i / S_{ff}) \cdot S^2$	$196,32 S - 7,836 S^2$
Hub. V-D	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff} / D_i) \cdot D^2$	$25,052 D - 0,127 D^2$
Hub. S-D	$S = S_{ff} - (S_{ff} / D_i) \cdot D$	$25,052 - 0,127 D$

Tabel 5. Nilai Gelombang Kejut (*Shock Wave*) dengan emp Metode Rasio *Headway*

Interval Waktu	Kecepatan Gelombang Kejut			r	t3-t2	QM	T
	ω_{AB}	ω_{CB}	ω_{AC}				
	km/jam	km/jam	km/jam				
06.46.03 - 06.47.03	-4,54	-12,53	7,98	21	11,93	41,51	30,66
06.49.36 - 06.50.30	-5,99	-12,53	5,74	54	49,55	172,41	157,73
07.01.35 - 07.03.35	-3,67	-12,53	8,86	120	49,64	172,72	119,85
07.24.12 - 07.25.54	-4,29	-12,53	8,23	102	53,07	184,67	133,84
07.55.44 - 07.57.25	-3,63	-12,53	8,89	101	41,18	143,27	99,17
07.58.17 - 07. 59.37	-3,53	-12,53	8,99	80	31,34	109,06	75,00
12.03.24 - 12.06.01	-2,56	-12,53	9,96	157	40,40	140,59	91,22
12.14.39 - 12.18.47	-1,51	-12,53	11,02	245	33,52	116,63	71,63
12.50.41 - 12.52.46	-3,49	-12,53	9,03	125	48,27	167,96	115,24
13.10.48 - 13.12.29	-3,05	-12,53	9,48	101	32,46	112,93	75,35
13.14.55 - 13.17.27	-2,99	-12,53	9,07	152	47,65	165,82	113,46
13.53.02 - 13.55.33	-2,30	-12,53	10,22	151	34,02	118,36	75,69
16.42.03 - 16.44.04	-4,15	-12,53	7,55	121	59,87	208,34	159,18
17.06.49 - 17.07.44	-15,70	-12,53	0	55	∞	∞	∞
17.46.19 - 17.48.23	-3,30	-12,53	9,22	124	44,37	154,40	104,65
17.54.03 - 17.58.20	-1,30	-12,53	11,23	257	29,66	103,19	62,73
rata ²	-4,12	-12,53	8,47	123	40,46	140,79	99,03

Dari data analisis gelombang kejut dengan menggunakan emp metode rasio headway didapatkan panjang antrian dan waktu penormalan terbesar terjadi pada jam 16.42.03-16.44.04 dengan panjang antrian sebesar 208,34 dan waktu penormalan sebesar 159,18 detik.

Analisis Gelombang Kejut dengan emp MKJI 1997

Tabel 6. Hubungan arus-kecepatan-kepadatan dari metode *greenshields*

Parameter	Rumus	emp <i>Headway</i>
Vm (smp/jam)	$D_j \cdot S_{ff} / 4$	1255,63
Sm (km/jam)	$S_{ff} / 2$	12,52
Dm (km/jam)	$D_j / 2$	100,25
Hub. V-S	$V = D_i \cdot S - (D_i / S_{ff}) \cdot S^2$	$100,501 S - 8,004 S^2$
Hub. V-D	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff} / D_j) \cdot D^2$	$25,0491 D - 0,124 D^2$
Hub. S-D	$S = S_{ff} - (S_{ff} / D_j) \cdot D$	$25,049 - 0,124 D$

Tabel 7. Nilai Gelombang Kejut (*Shock Wave*) dengan emp MKJI 1997

Interval Waktu	Kecepatan Gelombang Kejut			r	t3-t2	QM	T
	ω_{AB}	ω_{CB}	ω_{AC}				
	km/jam	km/jam	km/jam				
06.46.03 - 06.47.03	-4,66	-12,52	8,15	21	12,45	43,32	31,59
06.49.36 - 06.50.30	-6,85	-12,52	8,97	54	65,24	226,96	156,37
07.01.35 - 07.03.35	-3,71	-12,52	9,02	120	50,59	176,02	120,84
07.24.12 - 07.25.54	-4,33	-12,52	8,45	102	53,97	187,77	134,00
07.55.44 - 07.57.25	-3,67	-12,52	9,06	101	41,85	145,59	99,70
07.58.17 - 07. 59.37	-3,55	-12,52	9,17	80	31,70	110,30	74,98
12.03.24 - 12.06.01	-2,59	-12,52	10,08	157	40,91	142,33	91,77
12.14.39 - 12.18.47	-1,51	-12,52	11,09	245	33,57	116,79	71,48
12.50.41 - 12.52.46	-3,53	-12,52	9,19	125	49,15	170,99	116,16
13.10.48 - 13.12.29	-3,06	-12,52	9,65	101	32,58	113,37	74,90
13.14.55 - 13.17.27	-3,09	-12,52	9,61	152	49,80	173,27	114,69
13.53.02 - 13.55.33	-2,30	-12,52	10,34	151	33,99	118,25	75,14
16.42.03 - 16.44.04	-4,34	-12,52	8,44	121	64,23	223,48	159,53
17.06.49 - 17.07.44	-15,67	-12,52	0,00	55	∞	∞	∞
17.46.19 - 17.48.23	-3,33	-12,52	9,38	124	44,84	156,02	104,70
17.54.03 - 17.58.20	-1,30	-12,52	11,29	257	29,77	103,58	62,79
rata ²	-4,22	-12,52	8,87	123	42,31	147,20	99,24

Dari data analisis gelombang kejut dengan menggunakan emp MKJI 1997 didapatkan panjang antrian dan waktu penormalan terbesar terjadi pada jam 16.42.03-16.44.04 dengan panjang antrian sebesar 223,48 dan waktu penormalan sebesar 159,53 detik.

Analisis Waktu Penormalan Di Lapangan

Tabel 8. Waktu Penormalan di Lapangan

Interval Waktu	T Lapangan
	Detik
06.46.03 - 06.46.24	4
06.49.36 - 06.50.30	88
07.01.35 - 07.03.35	169
07.24.12 - 07.25.54	112
07.55.44 - 07.57.25	belum terurai
07.58.17 - 07.59.37	belum terurai
12.03.24 - 12.06.01	270
12.14.39 - 12.18.47	233
12.50.41 - 12.52.46	150
13.10.48 - 13.12.29	belum terurai
13.14.55 - 13.17.27	91
13.53.02 - 13.55.33	171
16.42.03 - 16.44.04	154
17.06.49 - 17.07.44	340
17.46.19 - 17.48.23	44
17.54.03 - 17.58.20	belum terurai

PEMBAHASAN

Nilai T (waktu penormalan) maksimum pada emp *headway* lebih kecil dibandingkan dengan emp pada MKJI 1997 yaitu sebesar 159,2 detik untuk emp *headway* dan 159,5 detik untuk emp MKJI 1997. Hal ini disebabkan gelombang kejut yang terjadi lebih besar dengan perhitungan emp MKJI 1997 dibandingkan dengan emp *headway*. Besarnya emp mempengaruhi nilai waktu penormalan yang terjadi, dikarenakan kondisi antrian dan waktu penormalan yang terjadi tergantung pada jumlah kendaraan dan durasi penutupan perlintasan. Semakin besar kendaraan yang masuk dan semakin lama durasi penutupan kereta menyebabkan panjang antrian dan waktu penormalan semakin besar sementara jumlah kendaraan disetarakan dengan pengalihan oleh faktor emp (ekuivalensi mobil penumpang). Sementara itu waktu penormalan untuk kondisi lapangan (*T real*) berbeda dengan waktu penormalan hitungan dari emp *headway* maupun MKJI 1997. Berikut adalah tabel hasil perbandingan uji statistik.

Tabel 9. Perbandingan Uji Statistik antara T Headway, T MKJI 1997 dengan T *real*

Uji Statistik	Waktu Penormalan	
	emp headway	emp MKJI 1997
RMSE (detik)	94,33	93,39
SD (detik)	29,97	29,67
MAE(detik)	65,99	65,95
MAPE (%)	4,44	4,43

Setelah dianalisa nilai perbandingan estimasi kesalahan waktu penormalan yang diperoleh dari emp *headway* angka kesalahan lebih besar dari MKJI 1997 dengan selisih 0,01 %.

KESIMPULAN

1. Nilai emp pada ruas Jalan S.Parman Utara menggunakan metode rasio *headway* sebesar 0,39 untuk sepeda motor (MC) dan 1,32 untuk kendaraan besar (HV). Terdapat perbedaan nilai emp antara hasil perhitungan dengan emp pada MKJI 1997 dimana emp sepeda motor adalah 0,40 dan emp kendaraan besar adalah 1,30.
2. Model yang dihasilkan dari perhitungan metode *Greenshields* adalah sebagai berikut :
 - a. Emp metode rasio *headway*

Hubungan Arus – Kecepatan	:	$V = 196,32 S - 7,83 S^2$
Hubungan Arus – Kepadatan	:	$V = 25,05 D - 0,127 D^2$
Hubungan Kecepatan – Kepadatan	:	$S = 25,05 - 0,127 D$
 - b. Emp MKJI 1997

Hubungan Arus – Kecepatan	:	$V = 200,50 S - 8,00 S^2$
Hubungan Arus – Kepadatan	:	$V = 25,04 D - 0,124 D^2$
Hubungan Kecepatan – Kepadatan	:	$S = 25,04 - 0,124 D$

- Dari hasil analisa dan perhitungan kecepatan rata-rata pada arus bebas (*free flow speed*), kerapatan kondisi jam (Dj), dan arus maksimal (Vm) hasil perhitungan menggunakan emp *headway* lebih kecil dibandingkan dengan emp standar baku MKJI 1997.
3. Berdasarkan survei yang dilaksanakan hari Selasa tanggal 2 Desember 2014, Pada perhitungan gelombang kejut (*shock wave*) dengan emp metode rasio *headway* terbesar dihasilkan wab (gelombang kejut mundur bentukan) sebesar -4,15 km/jam, wcb (gelombang kejut mundur pemulihan) sebesar -12,53 km/jam, dan wac (gelombang kejut maju pemulihan) sebesar 7,55 km/jam dengan waktu penormalan 159,18 detik dengan durasi 121 detik. Sedangkan pada perhitungan gelombang kejut (*shock wave*) dengan emp MKJI 1997 terbesar dihasilkan dihasilkan wab (gelombang kejut mundur bentukan) sebesar -4,34 km/jam, wcb (gelombang kejut mundur pemulihan) sebesar -12,52 km/jam, dan wac (gelombang kejut maju pemulihan) sebesar 8,44 km/jam dengan waktu penormalan 159,53 detik dengan durasi 121 detik .
 4. Pada analisis perbandingan uji validasi model dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), waktu penormalan emp rasio *headway* lebih besar daripada waktu penormalan MKJI 1997 dengan selisih 0,01%.

REKOMENDASI

Dengan hasil yang didapatkan yaitu waktu penormalan yang cukup lama pada saat terjadi penutupan silang KA dapat digunakan sebagai evaluasi kinerja jalan. Untuk itu perlu adanya rekayasa lalu lintas di Jalan Letjen S. Parman Surakarta agar dapat mengurangi antrian dan tundaan selama KA melintas, misalnya dengan penambahan waktu traffic light di persimpangan pada saat KA melintas agar tidak terjadi penumpukan arus, atau dengan pelebaran jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Ir. Agus Sumarsono. MT dan Ir. Djumari. MT yang telah membimbing dan memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Anisa, Satningtyas Indraswari. 2014. *Pengaruh Penyempitan Jalan Terhadap Karakteristik Lalu lintas (Studi Kasus : Pembangunan Fly Over Di Jalan Raya Palur KM 7,5)*. Surakarta : Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Christy, Alty Andiani. 2013. *Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Time Headway dan Aplikasinya Untuk Menghitung Kinerja Ruas Jalan (Kasus Pada Ruas Jalan Raya Solo-Sragen Km.12)*. Surakarta : Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- D, Adolf May Natalia. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Muhammad, Idham. 2010. *Analisis Gelombang Kejut Pada Persimpangan Berlampu Lalu Lintas Studi Kasus Jalan Diponegoro, Simpang Empat Pingit, Yogyakarta*. Riau : Politeknik Bengkalis.
- Lee, Chris & Steven Volpatti. 2010. *Effect of Shock Waves on Freeway Crash Likelihood*. Canada : The Open Transportation Journal.
- Nassiri, Habibolloh & Ali Khayat Khoie. 2005. *Modelling Freeway Traffic Flow under off-Ramp Congestion*. Sharif University of Technology : International Journal of Civil Engineering.
- Salter, R.J. 1983. *Highway Traffic Analysis and Design*. Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke.
- Ofyar, Z Tamin. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : ITB.
- Titik, Wahyuningsih. *Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Terhadap Penentuan Panjang Antrian Lengan Persimpangan Dengan Analisis Gelombang Kejut (Studi Kasus Persimpangan Ahmad Yani-Margorejo Surabaya)*. Surabaya : Institut Sepuluh Nopember Surabaya.