

PENGARUH PENYEMPITAN JALAN TERHADAP KARAKTERISTIK LALU LINTAS (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN FLY OVER DI JALAN RAYA PALUR KM 7,5)

Anisa Satrianingtyas Indraswari¹⁾, Agus Sumasono²⁾, 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: anisa.satrianingtyas23@gmail.com

Abstract

One of the problems of transportation is bottleneck. Bottleneck is a section of road with traffic capacity condition after (down stream) is smaller than the inlet (up stream). This study is located on Highway Palur km 7.5 Surakarta. Highway Palur should serve traffic flow significantly. Therefore roads must be able to operate maximally. While currently being conducted which led to the construction of fly over the bottleneck. This study aims to determine the maximum flow, maximum density and free flow speed on the road before the bottleneck, the bottleneck and after the bottleneck, to determine the relationship between flow, speed and density of traffic, to determine the value of the shock wave in the bottleneck. The study was conducted on Monday and Wednesday, 06:00 to 08:00 am and 16:00 to 18:00 pm. Calculations based on linear methods greenshield. Based on the analysis, contained the biggest maximum flow on the road before bottleneck that is equal to 3552,1909 pcu/jam, the biggest maximum density on the road before bottleneck that is equal to 262,0429 pcu/km, and the biggest free flow speed on the road after bottleneck that is equal to 30, 9256 km / b. The relationship between flow, speed and density showed significant correlation results ($R^2 > 0,6$). There is a shock wave in the morning and afternoon either on Monday or Wednesday.

Keywords: bottleneck, shock wave.

Abstrak

Salah satu masalah transportasi adalah penyempitan jalan. Penyempitan jalan adalah suatu bagian jalan dengan kondisi kapasitas lalu lintas sesudahnya (down stream) lebih kecil dari bagian masuk (up stream). Penelitian ini berlokasi di Jalan Raya Palur km 7,5 Surakarta. Jalan Raya Palur harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar. Oleh karena itu ruas jalan harus mampu beroperasi secara maksimal. Sedangkan saat ini sedang dilakukan pembangunan fly over yang menyebabkan penyempitan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arus maksimum, kerapatan maksimum dan kecepatan bebas pada jalan sebelum menyempit, jalan menyempit dan jalan setelah menyempit, untuk mengetahui hubungan antara arus, kecepatan dan kerapatan lalu lintas, untuk mengetahui nilai gelombang kejut pada penyempitan jalan. Penelitian dilakukan pada hari Senin dan Rabu, pada pagi hari jam 06.00-08.00 dan sore hari pada 16.00-18.00. Perhitungan berdasarkan metode linier greenshield. Berdasarkan analisis, arus maksimum terbesar terdapat pada penggal jalan sebelum penyempitan yaitu sebesar 3552,1909 smp/jam, kerapatan maksimum terbesar pada penggal jalan sebelum penyempitan yaitu sebesar 262,0429 smp/km, dan kecepatan bebas terbesar terdapat pada setelah penyempitan yaitu sebesar 30,9256 km/jam. Hubungan antara arus, kecepatan dan kerapatan menunjukkan hasil hubungan yang signifikan (nilai $R^2 > 0,6$). Terdapat gelombang kejut pada waktu pagi hari dan sore hari baik pada hari Senin maupun Rabu.

Kata kunci : penyempitan jalan, gelombang kejut.

PENDAHULUAN

Transportasi adalah pemindahan manusia dan atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan kendaraan baik yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Dalam pelaksanaannya banyak permasalahan yang ditimbulkan dari kegiatan transportasi, baik pada transportasi perkotaan maupun transportasi antar kota. Salah satu masalah transportasi adalah penyempitan jalan yang akan dijadikan bahan penelitian. Penyempitan jalan adalah suatu bagian jalan dengan kondisi kapasitas lalu lintas sesudahnya lebih kecil dari bagian masuk. Pada saat terjadi penyempitan jalan terjadi pengurangan arus yang menyebabkan kecepatan kendaraan menurun dan kepadatan pada ruas jalan tersebut meningkat. Definisi dari gelombang kejut (shock wave) adalah gerakan pada arus lalu lintas akibat adanya perubahan nilai kepadatan, kecepatan dan arus lalu lintas. Jalan Raya Palur ini merupakan jalan akses yang menghubungkan Solo dengan daerah Sragen, Karang Anyar dan Jawa Timur. Pada umumnya jalan perkotaan, khususnya pada Jalan Raya Palur harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar. Oleh karena itu ruas jalan harus mampu beroperasi secara maksimal. Sedangkan saat ini sedang dilakukan pembangunan Fly Over Palur yang menyebabkan penyempitan jalan yaitu pengurangan lajur dari 3 lajur menyempit menjadi 1 lajur sehingga kecepatan arus lalu lintas dan kapasitas arus lalu lintas yang melewati jalan tersebut menurun.

LANDASAN TEORI

Kecepatan (speed) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi S adalah jarak yang dapat ditempuh oleh sebuah kendaraan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam (Tamin, 2008). Volume adalah jumlah

kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu (MKJI,1997). Kerapatan adalah jumlah rata-rata kendaraan per satuan panjang jalur gerak dalam waktu tertentu (Morlok, E.K,1991). Model *greenshield* merupakan model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. Greenshield (1934) mengadakan studi pada jalur jalan di kota Ohio USA, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (*steady state condition*). *Greenshields* mendapat hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan bersifat linier. Gelombang kejut terjadi akibat perubahan kerapatan lalu lintas karena adanya halangan pada arus lalu lintas bebas. Kondisi ini bisa terjadi pada ruas jalan karena suatu halangan tertentu seperti contohnya bila ada suatu kecelakaan, perbaikan badan jalan dan lainnya yang bersifat insidental atau sebagai akibat terjadinya penyempitan lajur jalan yang bersifat permanen. Disamping itu dapat pula terjadi pada suatu simpang, baik yang bersinyal atau tidak, pada simpang bersinyal gelombang kejut disebabkan oleh nyala lampu merah dan lampu hijau yang terjadi secara periodik.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data lapangan ditentukan bahwa survei data primer dilakukan pada hari Senin dan Rabu. Penelitian dilakukan pada pagi hari dan sore hari, pagi pada pukul 06.00-08.00 dan waktu sore hari pada pukul 16.00-18.00. Waktu penelitian diambil pada jam-jam sibuk. Sedangkan internal pengamatan dilapangan adalah 15 menit. Pengambilan data volume dan kecepatan ini dilakukan pada tiga posisi titik pengamatan yang terletak pada satu posisi titik pengamatan pada kondisi jalan normal, satu posisi titik pengamatan pada kondisi jalan menyempit dan satu posisi titik pengamatan pada jalan setelah penyempitan jalan. Survei primer dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan dan volume. Data kecepatan diperoleh dengan pencatatan waktu tempuh pada penggal jalan pengamatan untuk setiap kelompok jenis kendaraan dilakukan semuanya, sehingga dapat menggambarkan keadaan sebenarnya di lapangan. Sedangkan data volume diperoleh dengan mencatat banyaknya kendaraan yang lewat pada garis pengamatan dilakukan dengan cara mencatat semua kendaraan yang melewati suatu garis melintang pada lokasi studi. Kemudian data diolah dengan dikonversikan dalam satuan mobil penumpang (smp) pada masing-masing jumlah kendaraan. Setelah semua diketahui besarnya berdasarkan hasil survei di lapangan selama jam pengamatan maka dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan besarnya nilai parameter model dengan analisis regresi, kemudian dihitung sejauh mana ketepatan fungsi regresi dengan mencari besarnya nilai koefisien determinasi serta uji signifikansi t tes dan F tes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis perhitungan nilai kecepatan, kepadatan dan volume didapat dari hasil penelitian di lapangan berupa jumlah kendaraan dan kecepatan rata-rata ruangan. Dengan menggunakan analisis regresi dari data diatas, maka akan didapat hubungan matematis antara kepadatan, kecepatan dan volume sebagai berikut :

Tabel 1. Hubungan antara Kecepatan Rerata Waktu, Volume dan Kepadatan (Senin, 17 Maret 2014)

Lokasi	Tinjauan	Formula Model	Model Lapangan	R ²
Penggagal Jalan sebelum Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 422,9572 \bar{S}t - 16,6576 \bar{S}t^2$	0,6379
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 25,3913 D - 0,0600 D^2$	0,9838
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 25,3913 - 0,0600 D$	0,9718
Penggagal Jalan Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 326,1150 \bar{S}t - 18,4093 \bar{S}t^2$	0,7175
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 17,7147 D - 0,0543 D^2$	0,6844
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 17,7147 - 0,0543 D$	0,9136
Penggagal Jalan setelah Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 217,0010 \bar{S}t - 7,0169 \bar{S}t^2$	0,7013
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 30,9256 D - 0,1425 D^2$	0,8174
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 30,9256 - 0,1425 D$	0,9514

Tabel 2. Hubungan antara Kecepatan Rerata Waktu, Volume dan Kepadatan (Rabu, 19 Maret 2014)

Lokasi	Tinjauan	Formula Model	Model Lapangan	R ²
Penggagal Jalan sebelum Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 524,0858 \bar{S}t - 21,2907 \bar{S}t^2$	0,7673
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 24,6157 D - 0,0470 D^2$	0,9953
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 24,6157 - 0,0470 D$	0,8217
Penggagal Jalan Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 319,5573 \bar{S}t - 16,7070 \bar{S}t^2$	0,7465
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 19,1271 D - 0,0599 D^2$	0,7601
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 19,1271 - 0,0599 D$	0,9282
Penggagal Jalan setelah Penyempitan	$\bar{S}t - V$	$V = D_j \cdot S_t - (D_j/S_t) \cdot \bar{S}t^2$	$V = 217,0010 \bar{S}t - 7,0169 \bar{S}t^2$	0,7136
	$V - D$	$V = S_{ff} \cdot D - (S_{ff}/D_j) \cdot D^2$	$V = 30,9256 D - 0,1425 D^2$	0,8478
	$\bar{S}t - D$	$S = S_{ff} - (S_{ff}/D_j) \cdot D$	$S = 30,9256 - 0,1425 D$	0,9390

Nilai koefisien determinasi (R^2) menunjukkan besarnya pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y). Variabel yang diuji pada penelitian ini adalah uji T dan uji t yang merupakan alat kontrol dari hasil analisis statistik, dalam hal ini regresi linier, dengan membandingkan antara nilai F dan t yang diperoleh dari hitungan dengan nilai F dan t dari tabel. Pengujian dikatakan benar jika nilai F dan t dari hasil perhitungan lebih besar daripada nilai yang F dan t tabel.

Tabel 3. Hasil Uji F dan Uji t

Senin,17 Maret 2014		Rabu,19 Maret 2014	
Lokasi	Hasil pengujian	Lokasi	Hasil pengujian
Penggal Jalan sebelum Penyempitan	F = 66,083 t = 47,842	Penggal Jalan sebelum Penyempitan	F = 36,908 t = 51,330
Penggal Jalan Penyempitan	F = 147,542 t = 26,270	Penggal Jalan Penyempitan	F = 180,803 t = 27,477
Penggal Jalan setelah Penyempitan	F = 273,514 t = 35,672	Penggal Jalan setelah Penyempitan	F = 215,322 t = 36,525

Nilai F tabel = 4,60

Nilai t tabel = 2,145

Terlihat bahwa nilai F dan t untuk seluruh hitungan lebih besar daripada nilai F dan t dari tabel pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga secara statistik model dapat digunakan.

Nilai Gelombang Kejut

Perhitungan gelombang kejut (\square) pada penyempitan jalan ini dimulai dengan mengplot antara arus yang masuk (*demand*) dari *upstream* dan kapasitas penyempitan jalan (*supply*) yang didasarkan pada arus maksimum terpilih. Analisis gelombang kejut dilakukan jika *demand* melebihi *supply*.

$$\square = \frac{V1-V2}{D1-D2}$$

\square = gelombang kejut (km/jam)

V1 = arus di area 1 (smp/jam)

V2 = arus di area 2 (smp/jam)

D1 = kepadatan di area 1 (smp/km)

D2 = kepadatan di area 2 (smp/km)

Tabel 4. Perhitungan Gelombang Kejut Senin, 17 Maret 2014

Periode Waktu	Arus Area 1 (smp/jam)	Arus Area 2 (smp/jam)	Kepadatan Area 1 (smp/km)	Kepadatan Area 2 (smp/km)	Gel. Kejut (km/jam)
07.00-07.15	1496	1444,254	70,7440	355,4732	-0,1817
07.15-07.30	1552	1444,254	74,0972	355,4732	-0,3829
07.30-07.45	1589	1444,254	76,3582	355,4732	-0,5186
07.45-08.00	1499,6	1444,254	70,7171	355,4732	-0,1944
16.00-16.15	1232	1444,254	55,9062	355,4732	0,7085
16.15-16.30	1700,2	1444,254	83,3934	355,4732	-0,9407
16.30-16.45	1653,8	1444,254	80,4120	355,4732	-0,7618
16.45-17.00	1599,8	1444,254	77,0254	355,4732	-0,5586
17.00-17.15	1572,6	1444,254	75,3514	355,4732	-0,4582
17.15-17.30	1499,6	1444,254	70,9572	355,4732	-0,1945
17.30-17.45	1258,8	1444,254	57,3473	355,4732	0,6221

Tabel 5. Perhitungan Gelombang Kejut Rabu,19 Maret 2014

Periode Waktu	Arus Area 1 (smp/jam)	Arus Area 2 (smp/jam)	Kepadatan Arus 1 (smp/km)	Kepadatan Area 2 (smp/km)	Gel. Kejut (km/jam)
07.30-07.45	1586,6	1528,05	72,2733	451,774	-0,1543
07.45-08.00	1377,2	1528,05	63,6941	451,774	0,3887
16.00-16.15	1792,4	1528,05	87,4006	451,774	-0,7255
16.15-16.30	1764	1528,05	85,6774	451,774	-0,6445
16.30-16.45	1686	1528,05	81,1291	451,774	-0,4261
16.45-17.00	1651,4	1528,05	79,005	451,774	-0,3309
17.00-17.15	1645,8	1528,05	78,6795	451,774	-0,3156

17.15-17.30	1563,8	1528,05	73,9779	451,774	-0,0946
17.30-17.45	1563,4	1528,05	73,9553	451,774	-0,0936
17.45-18.00	1339,4	1528,05	61,6753	451,774	0,4836

Sebagai contoh perhitungan diambil pada hari Rabu periode waktu 07.15-07.30 :

- Arus yang masuk sebesar 1586,6 smp/jam dengan arus di area 2 / kapasitas jalan sebesar 1528,05 smp/jam sehingga terjadi gelombang kejut mundur bentukan.
- Dari model yang diperoleh persamaan $V = 24,6157 D - 0,0470 D^2$, nilai kerapatan area 1 didapat dengan memasukkan nilai arus masuk di area 1 pada persamaan tersebut dan nilai kerapatan area 2 didapatkan dengan memasukkan nilai arus di area 2. Dari perhitungan diperoleh kerapatan area 1 = 72,2733 smp/km dan kerapatan area 2 = 451,774 smp/km
- Diperoleh nilai $\square = -0,1543$ km/jam. Nilai negatif berarti terjadi gelombang kejut mundur bentukan ke arah datangnya kendaraan.

SIMPULAN

Dari seluruh perhitungan, pengolahan data dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Kecepatan bebas (S_{ff}) terbesar ada pada penggal jalan setelah penyempitan kemudian mengecil di penggal jalan menyempit dan membesar pada penggal jalan setelah penyempitan, Kerapatan macet (D_i) terbesar ada di penggal jalan sebelum menyempit kemudian mengecil di penggal jalan penyempitan dan lebih mengecil di penggal jalan setelah penyempitan, Volume maksimum (V_m) terbesar terdapat di penggal jalan sebelum penyempitan, kemudian mengecil di penggal jalan penyempitan dan membesar di penggal jalan setelah penyempitan.
- Terdapat hubungan yang signifikan ($R^2 > 0,6$) antara arus (*flow*), kecepatan (*speed*) dan kerapatan (*density*).
- Berdasarkan survei yang dilaksanakan pada hari Senin dan Rabu terjadi gelombang kejut sebagai berikut : pada hari Senin jam 07.00 hingga survei selesai masih belum terurai (gelombang kejut mundur bentukan sebesar -0,1817 km/jam), 16.15-17.45 (gelombang kejut mundur bentukan sebesar -0,9407 km/jam , gelombang kejut maju pemulihan sebesar 0,6221 km/jam), dan pada hari Rabu jam 07.30-08.00 (gelombang kejut mundur bentukan sebesar -0,1543 km/jam , gelombang kejut maju pemulihan sebesar 0,3887 km/jam), 16.00-18.00 (gelombang kejut mundur bentukan sebesar -0,7255 km/jam , gelombang kejut maju pemulihan sebesar 0,4836 km/jam).

UCAPAN TERIMAKASIH

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

REFERENSI

- Alamsyah, A.A. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang : UMM Press.
- Budiono, Erwin. 2006. *Analisis Pengaruh Penyempitan Jalur Jalan terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas di Jalan Dr. Djunjunan Bandung*. Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1999. *Rekayasa Lalu Lintas*. Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota.
- Direktorat Pembinaan Jalan Kota. 1990. *Panduan Survey dan Perbiutngan Waktu Perjalanan Lalu Lintas No. 001/T/BNKT/1990*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Djarwanto Ps Dan Pangestu Subagyo. 1994. *Statiska Induktif*. Edisi 4. Yogyakarta : BPFE.
- Fitriani, A. 2012. Pengaruh Penyempitan Jalan terhadap Karakteristik Lalu Lintas Jalan (Studi Kasus: Jl. P. Kemerdekaan Dekat Mtos Jembatan Tello). Tugas Akhir Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Gerlough, Daniel L dan Huber, Matthew J. 1975. *Traffic Flow Theory*. Washington D.C. : Transportation Research Board, National Research Council.
- Idham, Muhammad. 2011. *Analisis Gelombang Kejut pada Persimpangan Berlampu Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan Diponegoro, Simpang Empat Pingit, Yogyakarta)*. Program Studi Teknik Sipil Politeknik Bengkalis, Riau.
- Mashuri. *Model Hubungan Kecepatan – Volume – Kepadatan Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri Di Kotapalu (Studi Kasus: Jl. Trans Sulawesi Kota Palu)*. Jurnal. Mektek Tahun VIII No.2 Mei 2006.

- May Adolf D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey : Englewood Cliffs.
- Miro, Fidel. 2005. *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi*. Jakarta : Erlangga
- Morlok, E.K. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta : Erlangga.
- Sembiring, R.K. 1995. *Analisis Regresi*. Bandung : ITB.
- Sudjana. 2001. *Metoda Statika*. Bandung : Tarsito.
- Sugiyono. 2007. *Statika Untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Sulaiman, Wahid. 2004. *Statistik non Parametik (Contoh Kasus dan Pemecabannya dengan SPSS)*. Edisi 1. Andi Publisher.
- Tamin, Ofyar Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi*. Bandung : Penerbit ITB.
- Young, Hugh D. 1962. *Statistical Treatment of Experimental Data*. New York : McGraw-Hill Book Company Inc.
- Indrajaya, Yupiter. 2002. *Pengaruh Penyempitan Jalan Terhadap Karakter Lalu Lintas (Studi Kasus pada Ruas Jalan Kota Demak-Kudus km 5)*. Tesis. Program Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Bandung.