

ANALISIS TUNDAAN AKIBAT BUKA TUTUP ARUS LALU LINTAS PADA PROYEK PERBAIKAN JEMBATAN BANTAR JALAN WATES KM 13 SERTA DAMPAKNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR KENDARAAN

Ahmad Hamid Endarta Putra¹, Berlian Kushari²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: endarta.putra69@gmail.com

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 015110101@uii.ac.id

Abstract Road is a land transportation infrastructure intended for traffic, the road is used as a liaison flow of motor vehicle and non-motorized traffic. If there is a damaged road or road repair will result in delays and queues on damaged or repaired roads. These conditions resulted in a decrease in road capacity resulting in a decrease in the speed of traffic, extending the queue of vehicles that prolonged the delay. The purpose of this study is to determine the losses resulting from traffic delays due to road improvement projects.

The research was conducted by field survey method which includes traffic volume, geometry data, queue length, and duration of traffic flow closure. The survey was conducted on the Bantar bridge at km 13 of Wates highway in 2017. Data were analyzed using ATIS India and LAPI ITB method to calculate the fuel consumption for vehicles affected by the traffic delay.

From the shockwave analysis obtained a delay of 96325.519 seconds, while for fuel consumption there are differences in the results of calculations using the Indian ATIS method and the LAPI ITB method. From both methods, the Indian ATIS method is more accurate because for each type of vehicle, the fuel consumption is differentiated. Calculations using the Indian ATIS method show that the total fuel consumption for two days was a road improvement project of 47.3601 liters, while LAPI ITB was 36,804 liters.

Keyword : Delay, ATIS India, LAPI ITB, Fuel

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang diperuntukan untuk lalu lintas, jalan digunakan sebagai penghubung arus lalu lintas kendaraan bermotor maupun non motor. Jalan dibagi menjadi beberapa kelas arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Jalan harus lancar dan tidak terhambat agar arus lalu lintas tidak terganggu dan mengakibatkan kerugian.

Jalan Wates adalah jalan arteri yang menghubungkan antara kota Yogyakarta

dengan kabupaten Kulonprogo lebih tepatnya kota Wates. Jalan ini terbagi menjadi dua jalur yang tiap jalurnya terdiri dari dua lajur, jalan ini memiliki panjang berkisar 30 km.

Karena termasuk dalam jalan arteri kepadatan lalu lintas di jalan ini sangat tinggi, oleh karena itu jika ada jalan rusak ataupun perbaikan jalan akan mengakibatkan tundaan dan antrian pada

ruas jalan yang rusak atau sedang diperbaiki tersebut.

Di Yogyakarta, pada jalan Wates km 13, sebelah barat dari simpang bersinyal Klangan terdapat proyek perbaikan jembatan, lebih tepatnya jembatan Bantar yang berada di Desa Banguncipto, Sentolo, Kulonprogo. Jembatan Bantar dibongkar dalam rangka perawatan dan perbaikan yang akan dilakukan pembongkaran pada lantai jembatan. Pembongkaran akan dimulai Senin 17 Juli 2017. Untuk sementara kendaraan dari Jogja akan berbagi jalur melalui jembatan yang biasa digunakan kendaraan dari arah Kulonprogo (polreskulonprogo, 2017). Arus lalu lintas di jembatan Bantar, dilakukan rakayasa arus lalu lintas oleh petugas gabungan dari Dishub serta Satlantas Polres Kulon Progo. Rakayasa arus lalu lintas ini mulai diberlakukan Senin 07 Agustus 2017 dengan sistem buka tutup arus kendaraan bermotor (sorot.co/bhisma bharata, 2017).

Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan kapasitas jalan yang berakibat menurunnya kecepatan lalu lintas, memperpanjang antrian kendaraan yang memperlama tundaan. Tundaan yang semakin lama berpegaruh langsung terhadap waktu perjalanan yang mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang meningkat dan mengakibatkan kerugian.

Oleh sebab itu perlu diidentifikasi pengaruh dan hubungan antara tundaan dengan konsumsi bahan bakar di proyek perbaikan jembatan Bantar. Untuk perhitungan bahan bakar menggunakan ATIS India dan LAPI ITB.

2. STUDI PUSTAKA

Penelitian mengenai tundaan lalu lintas dan konsumsi bahan bakar sudah banyak dilakukan sebelumnya. Nasution, Frederika, dan Wedagama (2012) dalam penelitiannya mengamati pada jalan I Gusti Ngurah Rai – jalan Kampus Udayana sampai persimpangan jalan I Gusti Ngurah Rai – jalan Perum Taman Griya sering terjadi masalah tundaan yang mempengaruhi nilai

waktu dan biaya operasional kendaraan (BOK) yang berdampak terhadap biaya perjalanan. Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis kinerja ruas jalan dan biaya perjalanan akibat tundaan lalu lintas ruas jalan I Gusti Ngurah Rai – jalan Kampus Udayana sampai persimpangan jalan I Gusti Ngurah Rai – jalan Perum Taman Griya.

Penelitian yang dilakukan oleh Pasaribu dan Muis (2013) menjelaskan sebab dari tundaan selain volume kendaraan yang banyak, perilaku pengemudi juga turut menjadi salah satu faktor pemicu kemacetan di jalan. Pada ruas jalan Guru Patimpus tundaan disebabkan oleh arus lokal akibat adanya aktivitas perdagangan. Kerugian paling dasar dari tundaan adalah waktu tempuh dan juga pemborosan bahan bakar yang mengakibatkan naiknya biaya operasional kendaraan.

Baskoro, Wicaksono, dan Kurniawan (2010) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa faktor penyebab tundaan adalah arus kendaraan yang mendekati bahkan melebihi kapasitas, baik ruas jalan maupun simpang. Selain faktor kapasitas dan arus kendaraan, penyebab tundaan juga dipengaruhi oleh kejadian hambatan samping, antara lain kendaraan keluar masuk baik dari guna lahan perdagangan atau gang-gang kecil yang menghubungkan dengan pemukiman. Selain itu, kendaraan berhenti, yaitu angkutan kota dan parkir *on street* juga memberikan kontribusi terjadinya tundaan. Hal tersebut yang mengakibatkan kecepatan kendaraan melambat karena dibatasi oleh aktivitas-aktivitas hambatan samping. Solusi penyelesaian masalah tersebut adalah dengan memberlakukan sistem satu arah.

Hadis (2013) melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis tundaan dan panjang antrian akibat penutupan pintu perlintasan kereta api di Surakarta berdasarkan MKJI kemudian menganalisis hubungan dengan konsumsi BBM menggunakan analisis regresi linier berganda. Menjelaskan bahwa konsumsi bahan bakar sangat dipengaruhi

pada lama tundaan dan panjang antrian, semakin lama tundaan dan semakin besar panjang antrian maka semakin besar pula konsumsi bahan bakarnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muthminnah (2015) menyimpulkan bahwa untuk memperbaiki kinerja simpang dan juga kerugian konsumsi bahan bakar yang terjadi pada simpang dan perlintasan, dilakukan empat alternatif pemecahan masalah yaitu dua alternatif pengalihan arus dengan cara menjadikan salah satu lengan simpang menjadi satu arah, satu alternatif menjadikan simpang yang awalnya 4 lengan menjadi 3 lengan dengan menutup perlintasan sepenuhnya, dan terakhir yaitu mengkonversi kendaraan yang lebih kecil ke dalam kendaraan yang lebih besar (angkutan umum/bus) dengan tanpa mengurangi arus yang terjadi.

Hamid (2016) dalam skripsinya menyimpulkan bahwa kinerja simpang Condong Catur pada saat jam puncak menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah tidak mampu menampung arus lalu lintas yang terjadi. Hal ini dapat diketahui dengan tingkat pelayanan pada masing-masing pendekat yang memiliki tingkat pelayanan F, yang mengakibatkan besarnya tundaan, panjang antrian, dan kemacetan. Total konsumsi bahan bakar maksimal yang terbuang pada simpang bersinyal Condong Catur adalah sebesar 305,024 liter/jam dengan kerugian mencapai Rp 2.250,420.

Ananthama (2015) dalam skripsinya menyimpulkan akibat rendahnya kecepatan kendaraan pada ruas Jalan Kaliurang dengan jarak 1 km, sehingga didapat kerugian ekonomi dan konsumsi bahan bakar minyak berdasarkan perbandingan antara kecepatan arus bebas (MKJI, 1997) dengan kecepatan rata-rata (MCO) saat jam puncak. Untuk total dua arah, arah selatan-utara dan arah utara-selatan dengan kecepatan arus bebas didapat biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak adalah Rp. 2.253.365,8 sedangkan dengan kecepatan rata-rata kondisi eksisting saat jam puncak adalah Rp. 5.985.782,4

sehingga didapat kerugian ekonomi dari konsumsi bahan bakar minyak saat jam puncak adalah Rp. 3.732.416,6. Total biaya tersebut terdiri dari 573,16 liter (premium) dan 124,84 liter (solar).

3. LANDASAN TEORI

3.1 Satuan Mobil Penumpang

Menurut MKJI (1997), definisi dari Satuan Mobil Penumpang (SMP) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan termasuk mobil penumpang dengan menggunakan Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP). EMP didefinisikan sebagai faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip, $emp = 1,0$).

3.2 Kapasitas

Menurut MKJI (1997), kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Dinyatakan dalam jumlah kendaraan dalam satu jam (kend/jam), atau dengan mempertimbangan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas maka kapasitas menggunakan satuan satuan mobil penumpang per jam atau (smp)/jam.

Persamaan dasar untuk menghitung kapasitas ruas jalan dalam MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

1. Jalan Perkotaan

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (1)$$

2. Jalan Luar Kota

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \quad (2)$$

3. Jalan Bebas Hambatan

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \quad (3)$$

dengan :

- C = kapasitas ruas jalan (smp/jam)
- Co = kapasitas dasar (smp/jam)
- FCw = faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas
- FCSP = faktor penyesuaian pemisahan arah
- FCSF = faktor penyesuaian akibat hambatan samping
- FCCS = faktor penyesuaian ukuran kota

3.3 Kepadatan

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur dalam satuan kendaraan perkilometer. Untuk mendapatkan nilai kepadatan dapat menggunakan formula sebagai berikut :

$$k = q \times s \quad (4)$$

dengan :

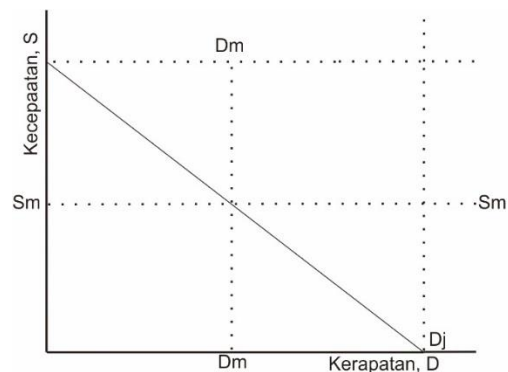
- k = Kepadatan (smp/km)
- q = Volume kendaraan (smp/jam)
- s = Kecepatan kendaraan (km/jam)

3.4 Teori Greenshields

Pada prinsipnya, pemakaian model Greenshield ini memerlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan arus bebas (U_f) dan kepadatan macet (K_f) dalam menyelesaikan secara numeric hubungan kecepatan dan kepadatan. Kecepatan arus bebas relatif mudah diestimasi di lapangan dan umumnya bernilai antara kecepatan batas dengan kecepatan rencana.

Oleh karena itu, Persamaan garis yang didapat tersebut adalah sebagai berikut:

$$U_s = U_f - (u \cdot f) / (k \cdot j) \times k \quad (\text{Hubungan antara kecepatan dan kepadatan}) \quad (5)$$



Gambar 1 Hubungan kecepatan (U_s)-kepadatan (k)

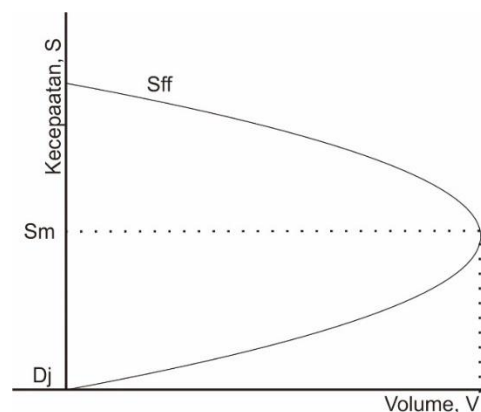
Sumber : Mcshane dkk (1998)

Selanjutnya hubungan antara volume dengan kecepatan diperoleh dengan menggunakan persamaan dasar $q = U_s \times k$ dan memasukkan nilai $k = q / U_s$ ke dalam persamaan hubungan antara kecepatan dan kepadatan, seperti di bawah ini:

$$U_s = U_f - (u \cdot f) / (k \cdot j) \times q / U_s$$

$$q = ((u \cdot f) / (k \cdot j \times U_s)) = U_f - U_s$$

$$q = k \cdot j \times u - k \cdot j / u \cdot u^2 \quad (\text{Hubungan antara volume dan kecepatan}) \quad (6)$$



Gambar 2 Hubungan Volume (q)-kecepatan (U_s)

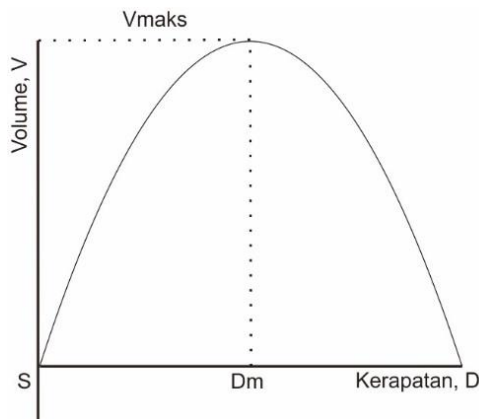
Sumber : Mcshane dkk (1998)

Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa hubungan linier antara kecepatan dan kepadatan akhirnya menghasilkan persamaan parabola untuk hubungan antara volume dan kecepatan. Untuk mendapatkan persamaan hubungan antara volume dan kepadatan, maka nilai $U_s = q/k$ disubstitusikan ke dalam persamaan

kecepatan dan kerapatan, sehingga menghasilkan:

$$q/k = U_f - U_f/K_j \cdot k$$

$$q = U_f \cdot k - (U_f \cdot k^2)/K_j \quad (\text{Hubungan antara volume dan kerapatan}) \quad (7)$$



Gambar 3 Hubungan Volume (q)-Kerapatan (k)

Sumber : Mcshane dkk (1998)

3.5 Analisis Gelombang Kejut

Pratiwi (2015), apabila suatu arus lalu lintas bergerak teratur kemudian terdapat hambatan di depannya maka pada titik ruas jalan tersebut kepadatannya akan membesar sampai pada kendaraan di belakang. Kemudian apabila jalan dibuka gelombang kepadatan bergerak dengan kecepatan tertentu, hal ini disebut dengan gelombang kejut. Kondisi ini terjadi pada ruas jalan yang memiliki hambatan seperti gelombang kejut yang terjadi di simpang yang bersinyal yang dikarenakan oleh nyala lampu merah dan hijau secara periodik atau pada pintu penutupan dan pembukaan rel kereta api yang terjadi secara periodik dalam sehari.

Beberapa akibat yang terjadi pada arus lalu lintas jalan raya dengan adanya fenomena *shock wave*, yaitu:

1. Awalnya di potongan jalan tersebut *density* (k) meningkat hingga mencapai *kj* (*jam density*) bila jalan ditutup secara total.
2. Terjadi perubahan *density* yang bergerak ke belakang dengan kecepatan tertentu.

3. Demikian apabila jalan tersebut dibuka kembali, maka akan terjadi gelombang *density* bergerak dengan kecepatan tertentu pula.

Hubungan antara Kecepatan (*Speed*) dan Volume (*flow*) dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$q = k_j \times u - \frac{k_j}{u_f} \times u^2 \quad (8)$$

Dimana :

- q = Kapasitas atau arus kendaraan (kend/jam)
- kj = Kerapatan macet, kendaraan pada saat semua kendaraan berhenti (kend/jam)
- u = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- uf = Kecepatan kendaraan pada saat kerapatannya nol (km/jam)

Dari persamaan (6) maka dapat digambarkan kondisi arus lalu lintas pada saat terjadinya hambatan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi jalan tertutup total (t1)
Pada kondisi ini nilai kerapatan (*density*) berangsur-angsur meningkat hingga mencapai *kj* yang berjarak kebelakang.

$$UAB = \frac{q}{(k_j - k_1)} \quad (9)$$

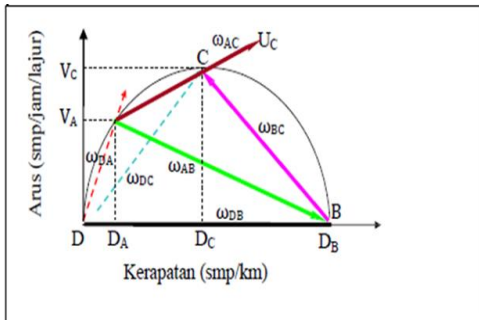
2. Pada saat pintu dibuka (t2)
Pada kondisi ini maka arus lalu lintas mengalir pada kapasitasnya (atau mencapai *k0*), Kerapatan pada kondisi macet berangsur-angsur kembali sampai pada keadaan dimana kerapatan menuju ke kondisi maksimum.

$$UCB = \frac{q \text{ maks}}{(k_j - k_0)} \quad (10)$$

3. Pada saat arus lalu lintas kembali normal (t3)
Pada tahap ini pergerakan *k0* dengan kecepatan UCB, akan menyusul *kj* yang kecepatannya UAB. Setelah terkejarkan kerapatan saat kondisi macet akan hilang

dan arus akan kembali pada kondisi normal sebelum adanya penutupan.

$$UCA = \frac{(q \text{ maks} - q)}{(k_0 - k)} \quad (11)$$



Gambar 4 Gelombang Kejut Pada Perlintasan Sebidang
Sumber: Mcshane dkk, (1998)

1. Arus lalu lintas dengan kondisi D,C,B dan A menerus terjadi sampai dengan u_{AB} dan u_{CB} mencapai t_3 Selang waktu antara t_2 sampai t_3 dapat dihitung dengan rumus :

$$t_3 - t_2 = t \times \left| \frac{u_{AB}}{u_{CB} - u_{AB}} \right| \quad (12)$$

Dengan r adalah lamanya waktu pintu perlintasan ditutup, maka panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu t_3 , persamaannya adalah:

$$Q_M = \frac{t}{3600} \times \left| \frac{u_{CB} \cdot u_{AB}}{u_{CB} - u_{AB}} \right| \quad (13)$$

2. Selanjutnya untuk waktu penormalan yaitu selang waktu t_2 sampai t_4 dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$t_4 - t_2 = \frac{t \times u_{AB}}{(u_{CB} - u_{AB})} \left| \frac{u_{CB}}{u_{AC}} + 1 \right| \quad (14)$$

3. Jumlah kendaraan yang mengalami antrian :

$$N = (t + t_{3-2}) \cdot q_A \quad (15)$$

4. Untuk tundaan yang terjadi persamaannya adalah :

$$T = t + t_a \quad (16)$$

3.6 Konsumsi Bahan Bakar

3.6.1 ATIS India

Konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis moda transportasi secara umum sangat dipengaruhi oleh atribut kendaraan, atribut jalan, dan faktor regional pengoperasiannya. (Watanadata et al dalam Julianto, 2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Lamsal (2013) di India dalam Automotive Traffic Information System (ATIS) menentukan konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis kendaraan. Dari hasil penelitiannya, diperoleh konsumsi bahan bakar dalam satuan mililiter per jam pada kondisi kendaraan idle yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konsumsi Bahan Bakar Menurut ATIS

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi BBM (ml/jam)
1	Sepeda Motor	170
2	Mobil	767
3	Truk atau Bus	833

Sumber : Automotive Traffic Information System (2013)

3.6.2 LAPI ITB

Konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis moda transportasi secara umum sangat dipengaruhi oleh atribut kendaraan, atribut jalan, dan faktor regional pengoperasiannya. (Watanadata et al dalam Julianto, 2007).

Isnaeni meneliti (dalam Julianto, 2007) mengenai indikator lalu lintas dari sisi lingkungan yaitu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang di dalam penelitian tersebut menghitung konsumsi bahan bakar dengan menggunakan formulasi konsumsi bahan bakar yang diajukan oleh LAPI-ITB yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, sehingga konsumsi bahan bakar dapat diestimasi dengan persamaan berikut ini:

$$F1 = A + BV + CV^2 \quad (17)$$

$$F_2 = EV_2 \quad (18)$$

$$F_3 = D \quad (19)$$

dengan :

$$F_1 = \text{Konsumsi bahan bakar pada kecepatan konstan (liter/100 smp-km)}$$

$$F_2 = \text{Konsumsi bahan bakar pada saat akselerasi/deselerasi (liter/smp)}$$

$$F_3 = \text{Konsumsi bahan bakar pada saat idling (liter/ smp-jam)}$$

$$V = \text{Kecepatan kendaraan (km/jam)}$$

$$A = 170.10^{-1}$$

$$B = -455.10^3$$

$$C = 490.10^{-5}$$

$$D = 140.10^{-2}$$

$$E = 770.10^{-8}$$

4. METODOLOGI

Tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini menggunakan data primer yang didapatkan dari survey langsung ke lokasi penelitian yaitu di jalan Wates km 13, dari survei tersebut diperoleh data geometri jalan, volume lalu lintas, lama penutupan jalan kendaraan yang dihitung dalam kondisi diam (*idle*). Setelah mendapatkan data primer, selanjutnya data diolah dengan urutan sebagai berikut :

1. Analisis Kapasitas Jalan

Analisis ini digunakan untuk mengetahui arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan.

2. Analisis Gelombang Kejut

Gelombang kejut (*shock wave*) didefinisikan sebagai arus pergerakan yang timbul disebabkan karena adanya perbedaan kepadatan dan kecepatan lalu lintas pada suatu ruas jalan. Secara umum kondisi gelombang kejut dapat diasumsikan terjadi pada dua kondisi, yaitu gelombang kejut gerak maju (*forward moving shock wave*) dan gelombang kejut mundur (*backward moving shock wave*). (Tamin, 2003)

Dari analisis menggunakan *shock wave* akan diperoleh berapa lama tundaan yang terjadi.

3. Analisis Konsumsi Bahan Bakar

Setelah durasi tundaan diperoleh, selanjutnya menghitung konsumsi bahan bakar dengan metode berikut:

3.1 ATIS India

Durasi tundaan yang telah diperoleh menggunakan selanjutnya dikalikan dengan banyaknya konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis kendaraan sesuai dengan Tabel 1.

3.2 LAPI ITB

Untuk Analisis menggunakan metode LAPI ITB, durasi tundaan dikalikan menggunakan persamaan (19).

Setelah konsumsi bahan diperoleh selanjutnya dikalikan dengan harga bahan bakar pada saat survei dilakukan yaitu pertalite Rp 7.500,- dan Rp 5.150,-. Kemudian hasil dari perkalian tersebut dijumlahkan untuk masing-masing metode agar diketahui kerugian yang dihasilkan.

5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Tundaan

Dari hasil perhitungan tundaan dan konsumsi BBM yang telah dilakukan menggunakan metode ATIS India dan LAPI ITB, didapatkan hasil lamanya tundaan dan konsumsi BBM selama dua hari survei. Perhitungan konsumsi BBM dilakukan pada saat kendaraan dalam kondisi *idle* (diam), dari kedua arah diperoleh hasil yang berbeda untuk masing-masing metode. Untuk tundaan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Total Tundaan Yang Terjadi

Hari	<i>Stopped Delay</i> (detik)	
	Timur ke Barat	Barat ke Timur
1	20014,7298	26564,9653
2	24378,6471	25367,1768
Jumlah	96325,5271	

5.2 Konsumsi BBM

Hasil perhitungan konsumsi BBM selama dua hari pengambilan data dengan metode ATIS India dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Total Konsumsi BBM ATIS India

Hari	Konsumsi BBM (liter/smp)	
	Timur ke Barat	Barat ke Timur
1	9,8406	13,0611
2	11,9862	12,4722
Jumlah	47,3601	

Hasil perhitungan konsumsi BBM selama dua hari pengambilan data dengan metode LAPI ITB dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Total Konsumsi BBM ATIS India

Hari	Konsumsi BBM (liter/smp)	
	Timur ke Barat	Barat ke Timur
1	7,7837	10,3311
2	8,8273	9,8653
Jumlah	36,8074	

5.3 Kerugian

Hasil perhitungan kerugian selama dua hari pengambilan data dengan metode Atis India dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Total Kerugian BBM ATIS India

Hari	Total Kerugian (Rp)	
	Timur ke Barat	Barat ke Timur
1	166.242.325	227.827.758
2	191.510.030	200.490.828
Jumlah	786.070.941	

Hasil perhitungan kerugian selama dua hari pengambilan data dengan metode LAPI ITB dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Total Kerugian LAPI ITB India

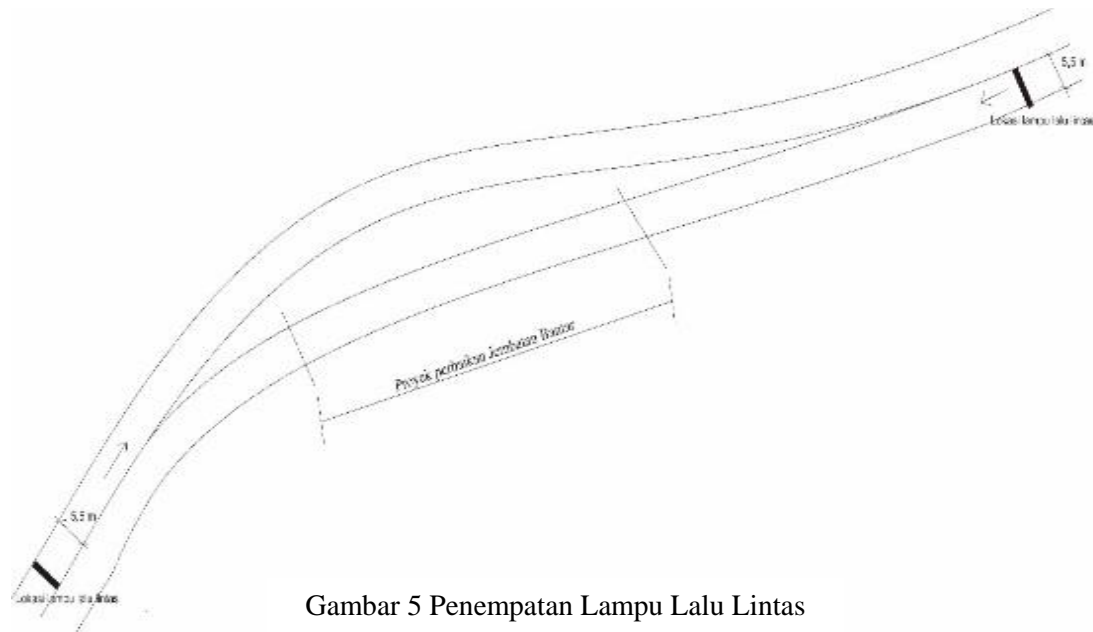
Hari	Total Kerugian (Rp)	
	Timur ke Barat	Barat ke Timur
1	153.063.459	223.656.168
2	195.463.043	214.465.023
Jumlah	786.647.693	

5.4 Konsep Solusi Untuk Meminimalisir Kerugian

Pada umumnya setiap melakukan perbaikan infrastruktur jalan akan mengurangi kapasitas jalan tersebut yang mengakibatkan terjadinya perlambatan arus kendaraan bahkan sampai menimbulkan kemacetan. Oleh sebab itu untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan cara menjadikan lokasi penutupan jalan tersebut menjadi simpang bersinyal, adapun tujuan penggunaan lampu lalu lintas (*traffic light*) berdasarkan MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Dengan digunakannya lampu lalu lintas maka lama waktu penutupan lalu lintas dapat disesuaikan dengan kondisi lalu lintas sehingga tundaan yang terjadi terminimalisir dengan baik dan pemasangan lampu lalu lintas tersebut lebih hemat biaya dibandingkan dengan menggunakan SDM. Lokasi pemasangan lampu lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Penempatan Lampu Lalu Lintas

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei dan analisis yang dilakukan mengenai hubungan tundaan dengan konsumsi BBM pada proyek perbaikan jembatan Bantar di Jalan Wates Km 13 Yogyakarta, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh yang diakibatkan oleh buka tutup arus lalu lintas adalah hari pertama dari arah Timur ke Barat mengalami tundaan selama 20014,73 detik, hari kedua mengalami tundaan selama 24378,6471 detik. Sedangkan dari arah sebaliknya hari pertama mengalami tundaan selama 26564,97 detik dan hari kedua mengalami tundaan selama 25367,18 detik.
2. Total lama tundaan yang terjadi selama survei yang dilakukan adalah sebesar 96325,519 detik dari total kedua arah.
3. Konsumsi BBM yang diakibatkan oleh buka tutup arus lalu lintas pada proyek perbaikan jembatan Bantar dari arah Timur ke Barat dengan metode ATIS India sebesar 21,8268 liter, dari arah Barat ke Timur sebesar 25,5333 liter. Sedangkan perhitungan menggunakan metode LAPI ITB dari arah Timur ke

Barat sebesar 16,611 liter, dari arah Barat ke Timur sebesar 20,1964 liter.

4. Besaran kerugian yang diperoleh selama survei menggunakan perhitungan metode ATIS India adalah sebesar Rp 786.070.941, untuk metode LAPI ITB diperoleh hasil sebesar Rp 786.646.384 dengan selisih sebesar 0,07 %.
5. Kerugian total selama diberlakukannya sistem buka tutup arus lalu lintas untuk metode ATIS India sebesar Rp 85.511.665.786,- dan untuk LAPI ITB sebesar Rp 66.458.180.470,-.

6.2 Saran

Berdasarkan analisis dan kesimpulan yang dihasilkan, diajukan saran sebagai berikut :

1. Diperlukan kajian untuk membahas kerugian atas adanya tundaan yang diakibatkan dari perbaikan jembatan Bantar, dengan memperhitungkan *benefit ratio*.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti tentang solusi yang diajukan oleh penyusun yaitu tentang pemasangan lampu lalu lintas (*traffic light*) pada penutupan arus lalu lintas agar tundaan dapat dikurangi semaksimal mungkin.

Daftar Pustaka

- Ananthama. 2015. Analisis Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (Studi Kasus Ruas Jalan Kaliurang Km 4,5-5,8 Sleman, Yogyakarta). Skripsi. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Baskoro, P. Y., Wicaksono, A. dan Kurniawan, E. B. 2010. Manajemen Lalu Lintas untuk Mengatasi Masalah Tundaan pada Ruas Jalan Ranugrati Kota Malang. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*. Vol. 2 No. 2: 49-61. Malang.
- Bharata, Bhisma. 2017. Marak Kecelakaan, Dishub Rekayasa Arus Jembatan Bantar. (<http://kulonprogo.sorot.co/berita-4672-marak-kecelakaan-dishub-rekayasa-arus-jembatan-bantar.html>. Diakses 10 Agustus 2017).
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta Selatan.
- Hadis, C. S. dan Sumarsono, A. 2013. Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Surakarta). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Sukarta.
- Hamid. 2016. Analisis Dampak Kinerja Simpang Bersinyal Condong Catur Terhadap Konsumsi Bahan Bakar. Skripsi. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Julianto, E.N. 2007. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar Minyak. *Tesis*. Universitas Diponegoro Semarang. Semarang.
- Lamsal, Aviral. 2013. *Toward Geo Enable Economy. Automotive Traffic Information System*. India.
- Mcshane, W.R, Roess. R.P., 1990, *Traffic Engineering*. By Prentice Hall inc, Englewood, new Jersey.
- Muthminnah, Siti. 2015. Pengaruh Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api di Timur Stasiun Lempuyangan). Skripsi. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nasution, A. P., Frederika, A. dan Wedagama, D. M. P. 2012. Analisis Biaya Perjalanan Akibat Tundaan Lalu Lintas. *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*. Universitas Udayana. Bali.
- Pasaribu, R. M. dan Muis, Z. A. 2013. Analisa Biaya Tundaan Kendaraan Di Ruas Jalan Kota Medan (Stui Kasus: Jalan Guru Patimpus Medan). Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Pratiwi, Lintang A. 2015. Studi Gelombang Kejut Pada Silang Ka Letjen S.Parman Balapan Dengan Menggunakan Emp Atas Dasar Analisa Headway. Fakultas Teknik Sipil Uiversitas Negeri Surakarta.
- Tamin, Ofyar Z., 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi: Contoh Soal dan Aplikasi*, ITB, Bandung