

**EVALUASI KEMACETAN TERHADAP GANGGUAN KECELAKAAN
LALU LINTAS MENGGUNAKAN MODEL TRANSMISI SEL
(STUDI KASUS RUAS JALAN PURWODADI-LAWANG)**

Oon Baktiarto, Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT.
Jurusan Teknik Sipil S-1, ITN Malang
email : oonbaktiar@gmail.com

ABSTRAK

Pada Ruas jalan Nasional Purwodadi - Lawang sering terjadi kecelakaan lalu lintas sehingga menimbulkan kemacetan pada ruas tersebut. Salah satu faktor penyebab kecelakaan adalah kelalaian pengemudi. Oleh sebab itu dilakukan studi ini dengan tujuan untuk mengetahui kerugian biaya bahan bakar akibat terjadinya kemacetan lalu lintas yang ditimbulkan oleh kecelakaan dan waktu yang dibutuhkan untuk normal kembali.

Metode yang digunakan adalah Cell Transmission Model (CTM) yang bertujuan untuk menentukan berapa waktu yang dibutuhkan normal kembali saat terjadinya kemacetan akibat kecelakaan lalu lintas. Survey dilakukan selama 1 hari, pada hari senin 4 April 2017. Kemudian dilanjutkan dengan survey sel untuk mengetahui kendaraan masuk maupun keluar dalam sel, yang dilakukan pengambilan data selama 5 menit pada hari senin 22 Mei 2017. Data-data yang diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan dilapangan, selanjutnya dianalisa dan dihitung dengan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yaitu untuk menganalisa kapasitas jalan, kecepatan dan volume kendaraan.

Berdasarkan analisa perhitungan ruas jalan Purwodadi Lawang berada pada kondisi arus lalu lintas yang masih lancar dengan DS 0,58 (arah Surabaya – Malang) dan DS 0,60 (arah Malang – Surabaya). Waktu yang dibutuhkan untuk kembali normal saat terjadi kecelakaan lalu lintas dengan simulasi ruas jalan tertutup seluruhnya (arah Surabaya – Malang) selama 60 menit, untuk kembali normal selama 37 menit, tundaan 31,81 menit dan besar kerugian biaya Rp 3.265.763,-, untuk simulasi (arah Malang - Surabaya) terjadi gangguan jalan yang menyebabkan tertutup seluruhnya selama 60 menit, untuk kembali normal selama 48,05 menit, tundaan 30,34 menit dan besar kerugian biaya Rp 2.264.128,-.

Kata Kunci :Kemacetan lalu lintas, Kecelakaan lalu lintas, *Cell Transmission Model*, Biaya Operasional Kendaraan.

PENDAHULUAN

Lalu lintas adalah sarana untuk bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain, oleh karena itu lalu lintas merupakan salah satu masalah penting. Apabila arus lalu lintas terganggu atau terjadi kemacetan, maka mobilitas masyarakat juga akan mengalami gangguan. Gangguan-gangguan ini akan berdampak negatif pada masyarakat.

Aktivitas terhambat karena kemacetan yang seringkali terjadi di kota-kota besar. Sehingga pertumbuhan ekonomi di suatu negarapun dapat terhambat. Macet pun dapat menjadi akibat dari kecelakaan dan konflik antar pengendara yang terjebak dalam kemacetan lalu lintas. Kadang pengendara yang tidak sabar akan mudah tersulut emosinya dan akan terjadi konflik bahkan saling senggol ataupun jatuh di jalan saat kemacetan.

Kemacetan pada akhirnya menimbulkan banyak sekali kerugian terhadap masyarakat dan negara. Seperti halnya yang terjadi di ruas jalan Purwodadi – Lawang, ruas jalan tersebut sering terjadi kemacetan. Kerugian yang paling nyata adalah pemborosan bahan bakar. Kondisi ini jelas merugikan masyarakat. Selain itu, kemacetan juga menciptakan dampak yang lainnya, yaitu kerusakan lingkungan akibat polusi udara yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu kejadian yang sering sekali terjadi disekitar kita. Meskipun telah banyak sistem keamanan pada kendaraan yang sengaja dirancang oleh pihak industri kendaraan untuk mengurangi tingkat terjadinya kecelakaan, namun kecelakaan tetap saja tidak dapat dihindari.

TINJAUAN PUSTAKA

Kemacetan

Kemacetan adalah keadaan dimana kendaraan mengalami berbagai jenis kendala yang mengakibatkan turunnya kecepatan kendaraan di bawah keadaan normal. Kemacetan akan sangat merugikan bagi para pengguna jalan, karena akan menghambat waktu perjalanan mereka. Menurut Administration (2005), terdapat 7 penyebab

kemacetan, yaitu kemacetan fisik, kecelakaan lalu lintas, area pekerjaan, cuaca buruk, alat pengatur lalu lintas yang kurang memadai, acara khusus, dan fluktuasi pada arus normal.

Waktu Perjalanan

Waktu perjalanan adalah jumlah waktu yang diperlukan dari asal sampai pada tujuan. Waktu perjalanan dapat berbeda dari setiap pengukuran, hal ini dipengaruhi oleh keadaan jalan, seperti lamanya waktu terkena lampu merah, terkena macet, berhenti karena ada kereta api yang melintas, dan sebagainya. Waktu perjalanan akan dikatakan konsisten apabila waktu perjalanan yang diperoleh setiap harinya sama atau tidak berbeda jauh dari sebelumnya.

Karakteristik Arus Lalulintas

Ada beberapa cara yang dipakai para ahli lalu lintas untuk mendefinisikan arus lalu lintas, tetapi ukuran dasar yang sering digunakan adalah konsentrasi aliran dan kecepatan. Aliran dan volume sering dianggap sama, meskipun istilah aliran lebih tepat untuk menyatakan arus lalu lintas dan mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu. Konsentrasi dianggap sebagai jumlah kendaraan pada suatu panjang jalan tertentu, tetapi konsentrasi ini kadang-kadang menunjukkan kerapatan (kepadatan).

Volume Lalulintas

Volume Lalu lintas Menurut Bukhari & Sofyan (2002 : 20) , volume lalu lintas sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau penampang (melintang) jalan dalam satu satuan waktu. Satuannya dinyatakan dalam kendaraan/jam/lajur. Jumlah tersebut terdiri dari bermacam-macam jenis kendaraan seperti mobil penumpang, bus dengan segala ukuran, truk ringan atau berat, kendaraan roda dua (bermesin), kendaraan fisik.

Kendaraan tersebut dihitung per unit dalam aliran lalu lintas.

Kecepatan

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh dalam satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam. Pemakai jalan dapat menaikkan kecepatan untuk memperpendek waktu perjalanan, atau memperpanjang jarak perjalanan. Nilai perubahan kecepatan adalah mendasar tidak hanya untuk berangkat dan berhenti tetapi untuk seluruh arus lalu lintas yang dilalui. Kecepatan didefinisikan sebagai suatu laju pergerakan, seperti jarak per satuan waktu, umumnya dalam mil/jam atau kilometer/jam.

Kepadatan Macet

Kepadatan Macet adalah kepadatan lalu lintas yang terjadi pada kondisi terjadi kemacetan lalu lintas. Kepadatan macet adalah jumlah kendaraan yang menempati ruas dalam satuan panjang (km). Besar kepadatan macet maka dapat diperoleh dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang berada pada ruas jalan untuk panjang tertentu (km).

Spacing (s) dan Headway (h)

Merupakan dua karakteristik tambahan dari arus lalu lintas. *Spacing* didefinisikan sebagai jarak antara dua kendaraan yang berurutan di dalam suatu aliran lalu lintas yang diukur dari bumper depan satu kendaraan ke bumper depan kendaraan dibelakangnya. *Headway* adalah waktu antara dua kendaraan yang berurutan ketika melalui sebuah titik pada suatu jalan. Baik spacing maupun headway berhubungan erat dengan kecepatan, volume dan kepadatan.

Lane Occupancy (R)

Lane occupancy (tingkat hunian lajur) adalah salah satu ukuran yang digunakan dalam pengawasan jalan tol. Lane occupancy dapat juga dinyatakan sebagai

perbandingan waktu ketika kendaraan ada di lokasi pengamatan pada lajur lalu lintas terhadap waktu pengambilan sampel.

Clearance (c) dan Gap (g)

Clearance dan *Gap* berhubungan dengan spacing dan headway, dimana selisih antara spacing dan clearance adalah panjang rata-rata kendaraan. Demikian pula, selisih antar headway dan gap adalah ekuivalen waktu dari panjang rata-rata sebuah kendaraan.

Kinerja Jalan

Kinerja jalan adalah kemampuan dari suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Kinerja jalan ditentukan oleh kapasitas, derajat kejenuhan ("Degree of Saturation", DS), kecepatan rata-rata, waktu perjalanan.

Cell Transmission Model (CTM)

Model transmisi sel mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan mengusulkan untuk mensimulasikan sistem dengan strategi *waktu-scan* di mana kondisi ini diperbarui dengan setiap tick dari jam. Bagian jalan yang dipertimbangkan dibagi menjadi beberapa bagian yang homogen yang disebut *sel*

Umum

Sebagai sekuel pertama kertas pada CTM, Daganzo (1995) menerbitkan makalah pertama pada CTM diterapkan untuk lalu lintas jaringan. Dalam aplikasi bagian CTM lalu lintas jaringan mempertimbangkan penggabungan dan divergen dibahas. Beberapa notasi dasar: (Notasi digunakan dari sini, yang diadopsi dari Ziliaskopoulos (2000)) Γ^{-1} = Set sel pendahulunya. Γ = Set sel penggantinya

Model CTM

Karakteristik CTM meliputi panjang sel, interval waktu (clock tick),

kapasitas arus masuk sel (Q), jumlah maksimum kendaraan pada sel (N). Berikut menentukan karakteristik CTM langkah pertama :

- a) Unit interval waktu (clock tick)
Besarnya interval waktu (clock tick) ditentukan sedemikian sehingga panjang waktu siklus merupakan kelipatan besar unit waktu (clock tick). Besarnya unit waktu (clock tick) direncanakan sebesar 3 detik sehingga hasil pembagian panjang siklus dengan unit waktu (clock tick) merupakan bilangan bulat.
- b) Panjang Sel Pada Metode CTM
Besarnya panjang sel pada metode CTM merupakan hasil perkalian kecepatan arus bebas dengan unit waktu (clock tick).
- c) Kapasitas Kendaraan Pada Sel (N)
Kapasitas sel adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat terisi pada sel. Kapasitas sel merupakan hasil perkalian panjang sel (*cell length*) dengan kepadatan macet (*jam density*).
- d) Jumlah Maksimum Kendaraan Memasuki Sel (Q)
Jumlah maksimum kendaraan memasuki sel dalam satu satuan waktu (*clock tick*). Jumlah maksimum kendaraan memasuki sel diperoleh dengan mengalikan besar arus jenuh sel (*cell's saturated flow*) dengan satu satuan waktu (*clock tick*).

Keuntungan dan Aplikasi

Cell Transmission Model (CTM) merupakan salah satu pemodelan dalam bidang transportasi, adapun keuntungan menggunakan pemodelan ini yaitu sebagai berikut :

- CTM digunakan untuk mengetahui waktu normal kembali saat terjadi kemacetan.
- Mengetahui besar nilai tundaan pada kemacetan.

- CTM dapat digunakan untuk memberikan "real time" informasi untuk driver.
- CTM telah digunakan dalam mengembangkan formulasi optimasi sistem sinyal yang optimal.

Biaya Operasi Kendaraan

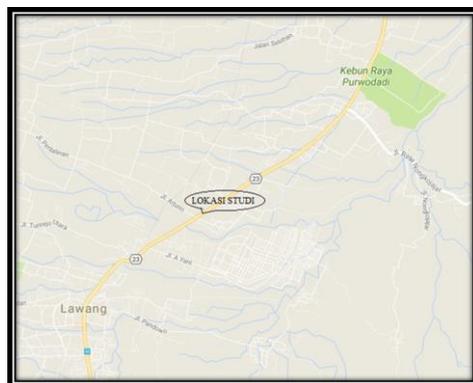
Biaya operasional kendaraan merupakan salah satu tinjauan dalam bidang ekonomi teknik untuk transportasi. Beberapa pengeluaran operasi bertambah secara langsung menurut panjang jalan yang dilewati. Pada studi, besarnya konsumsi bahan bakar tergantung pada lamanya tundaan setiap pendekat.

METODOLOGI

Lokasi Studi

Lokasi studi termasuk jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna. Jalan arteri dalam sistem jaringan jalan primer yaitu menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

Studi kali ini dilakukan pada Ruas Jalan Nasional Km 68 Surabaya (Ruas Jalan Purwodadi – Lawang). Berikut gambar peta lokasi studi



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

Pengumpulan Data

Data Primer

Survey primer merupakan data yang diperoleh dari pengukuran dan pengamatan secara langsung dilapangan yang meliputi : Survey lokasi pada Km 68, survey volume lalu lintas, survey kecepatan dan survey sel.

Data Sekunder

Data sekunder yaitu data-data yang diperoleh berdasarkan data-data yang diperoleh dari sumber data yang lain. Data peta lokasi, patok penunjuk Km jalan dan informasi dari masyarakat tentang berapa biasanya lama kemacetan akibat kecelakaan.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Panjang Sel Pada Metode CTM

Clock tick : $3 \text{ sec} = 1/1200^{\text{th}}$

Panjang jalan : 1 km

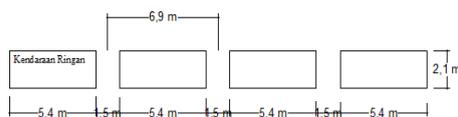
Kecepatan → Pada arah Surabaya ke Malang

$$v : 51,18 \approx 51,2 \text{ kmph}$$

→ Pada arah Malang ke Surabaya

$$v : 51,51 \approx 51,5 \text{ kmph}$$

Kepadatan Macet



Gambar 2. Ukuran Standar Kendaraan Ringan

$$\text{Kepadatan Macet} = \frac{1000 \text{ m}}{Lp} = \frac{1000 \text{ m}}{6,9} = 144,92 \approx 144$$

kendaraan ringan = 144 smp

Panjang sel = kecepatan rata-rata x interval waktu (clock tick)

$$\begin{aligned} &= 51,2 \text{ km/jam} \times 3 \text{ detik} \\ &= 51.200 \text{ m/jam} \times 3/3600 \text{ jam} \\ &= 42,67 \approx 42 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jumlah sel = panjang ruas / panjang sel
 $= 1000/42 = 23,8 \approx 23 \text{ sel}$

Kapasitas Kendaraan Pada Sel

$N_i = \text{panjang sel} \times \text{kepadatan jenuh} \times \text{jumlah lajur}$

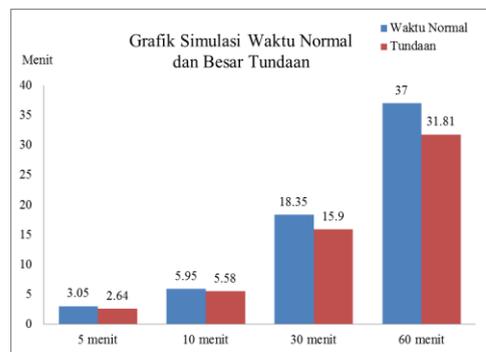
$$\begin{aligned} &= 42 \text{ m} \times 144 \text{ smp/Km} \times 2 \text{ lajur} \\ &= 42 \text{ m} \times 144/1000 \text{ smp/Km} \times 2 \text{ smp/m} \\ &= 12,096 \approx 12 \text{ smp} \end{aligned}$$

Jumlah Maksimum Kendaraan Memasuki Sel (Q)

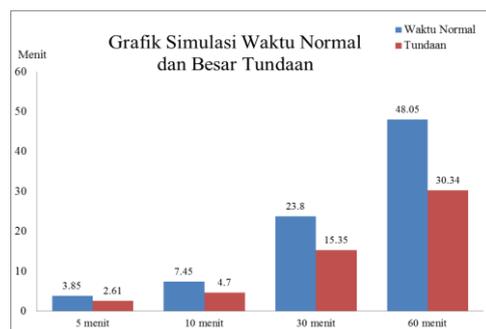
$Q_i = \text{ arus jenuh sel (cell's saturated flow)} \times \text{interval waktu (clock tick)} \times \text{jumlah lajur}$

$$\begin{aligned} &= 3020 \text{ smp/jam} \times 3/3600 \times 2 \\ &= 5,03 \text{ smp} \approx 5 \text{ smp} \end{aligned}$$

Perhitungan Tingkat Hunian



Gambar 3. Grafik Simulasi Waktu Normal Kembali Dengan Penutup Jalan 100% Arah Surabaya – Malang



Gambar 4. Grafik Simulasi Waktu Normal Kembali Dengan Penutup Jalan 100% Arah Malang – Surabaya.

Analisa Kapasitas Jalan

$C_o = \text{Kapasitas dasar pada jalan luar kota}$

$$= 1900 \text{ (smp/jam/lajur)} \text{ (tabel C-1:1 MKJI '97)}$$

FCw = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas
 = 1,00 (tabel C-2:1 MKJI '97)

FCsp = Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah
 = 1,00

FCsf = Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping
 = 0,96

Kapasitas ruas JL. Purwodadi adalah :

$$C = C_o \times FCw \times FCsp \times FCsf$$

$$= 3800 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,96 = 3648 \text{ smp/jam}$$

Derajat Kejenuhan

Arah Surabaya – Malang :

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{2122}{3648} = 0,58$$

Arah Malang – Surabaya :

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{2219}{3648} = 0,60$$

Analisa Biaya Operasi Kendaraan

Perhitungan BOK pada studi kali ini dijelaskan pada perhitungan berikut:

Arah Surabaya – Malang :

Tundaan 5menit = total tundaan rata-rata kendaraan / jumlah kendaraan
 = 10,0475 smp.jam / 228smp
 = 0,044 jam \approx 2,64 menit

Tundaan 10menit = total tundaan rata-rata kendaraan / jumlah kendaraan
 = 49,1542 / 528

= 0,0931 Jam = 5,585 menit

Tundaan 30menit = total tundaan rata-rata kendaraan / jumlah kendaraan
 = 403,981 / 1524

= 0,265 Jam = 15,904 menit

Tundaan 60menit = total tundaan rata-rata kendaraan / jumlah kendaraan
 = 1648,26 / 3108

= 0,53 Jam = 31,819 menit

Tabel 1. Prosentase Besar Tundaan Volume Kendaraan Pada Ruas Jalan Arah Surabaya – Malang Dalam Waktu 5, 10, 30, 60 Menit.

| Tertutup | Jenis Kendaraan | Volume (smp) | Proporsi (%) | kend | smp | Total Kendaraan |
|----------|-----------------|--------------|--------------|---------|---------|-----------------|
| 5 menit | LV | 106 | 48,8479 | 111.373 | 111.373 | 228 |
| | MHV | 18 | 8,29493 | 18,9124 | 14,548 | |
| | LB | 1 | 0,46083 | 1,05069 | 0,70046 | |
| | LT | 3 | 1,38249 | 3,15207 | 1,57604 | |
| | MC | 89 | 41,0138 | 93,5115 | 187,023 | |
| 10 menit | LV | 106 | 48,8479 | 257,917 | 257,917 | 528 |
| | MHV | 18 | 8,29493 | 43,7972 | 33,6902 | |
| | LB | 1 | 0,46083 | 2,43318 | 1,62212 | |
| | LT | 3 | 1,38249 | 7,29954 | 3,64977 | |
| | MC | 89 | 41,0138 | 216,553 | 433,106 | |
| 30 menit | LV | 106 | 48,8479 | 744,442 | 744,442 | 1524 |
| | MHV | 18 | 8,29493 | 126,415 | 97,2421 | |
| | LB | 1 | 0,46083 | 7,02304 | 4,68203 | |
| | LT | 3 | 1,38249 | 21,0691 | 10,5346 | |
| | MC | 89 | 41,0138 | 625,051 | 1250,1 | |
| 60 menit | LV | 106 | 48,8479 | 1518,19 | 1518,19 | 3108 |
| | MHV | 18 | 8,29493 | 257,806 | 198,313 | |
| | LB | 1 | 0,46083 | 14,3226 | 9,54839 | |
| | LT | 3 | 1,38249 | 42,9677 | 21,4839 | |
| | MC | 89 | 41,0138 | 1274,71 | 2549,42 | |

Tabel 2. Kerugian Biaya Operasi Kendaraan Jika Terjadi Kemacetan Lalu Lintas Pada Arah Surabaya – Malang

| Jenis Kend. | BBK | Harga | Konsumsi Bahan Bakar | | | Selama 5 menit | | | Selama 10 menit | | |
|-------------------------------|--------|-------|----------------------|----------|-----------|-----------------|--------|---------------|-----------------|--------|----------------|
| | | | (liter/jam) | (Rp/jam) | (Rp/ment) | Tundaan | Volume | Total Biaya | Tundaan | Volume | Total Biaya |
| MC | Bensin | 6450 | 0,144 | Rp929 | Rp15 | 2,64 | 93 | Rp3.800,65 | 5,58 | 216 | Rp18.657,73 |
| LV | Bensin | 6450 | 0,396 | Rp2.554 | Rp43 | 2,64 | 111 | Rp12.474,71 | 5,58 | 257 | Rp61.047,93 |
| MHV | Solar | 5150 | 0,647 | Rp3.332 | Rp56 | 2,64 | 18 | Rp2.638,98 | 5,58 | 43 | Rp13.324,87 |
| LT | Solar | 5150 | 0,818 | Rp4.213 | Rp70 | 2,64 | 3 | Rp756,08 | 5,58 | 7 | Rp2.742,47 |
| LB | Solar | 5150 | 0,916 | Rp4.717 | Rp79 | 2,64 | 1 | Rp207,57 | 5,58 | 2 | Rp877,44 |
| Total Biaya Operasi Kendaraan | | | | | | | | Rp19.677,99 | | | Rp96.650,44 |
| Jenis Kend. | BBK | Harga | Konsumsi Bahan Bakar | | | Selama 30 menit | | | Selama 60 menit | | |
| | | | (liter/jam) | (Rp/jam) | (Rp/ment) | Tundaan | Volume | Total Biaya | Tundaan | Volume | Total Biaya |
| MC | Bensin | 6450 | 0,144 | Rp929 | Rp15 | 15,9 | 625 | Rp153.832,50 | 31,81 | 1274 | Rp627.341,55 |
| LV | Bensin | 6450 | 0,396 | Rp2.554 | Rp43 | 15,9 | 744 | Rp503.586,07 | 31,81 | 1518 | Rp2.055.602,28 |
| MHV | Solar | 5150 | 0,647 | Rp3.332 | Rp56 | 15,9 | 126 | Rp11.257,15 | 31,81 | 257 | Rp454.001,25 |
| LT | Solar | 5150 | 0,818 | Rp4.213 | Rp70 | 15,9 | 21 | Rp23.443,68 | 31,81 | 42 | Rp93.804,19 |
| LB | Solar | 5150 | 0,916 | Rp4.717 | Rp79 | 15,9 | 7 | Rp8.750,78 | 31,81 | 14 | Rp25.014,12 |
| Total Biaya Operasi Kendaraan | | | | | | | | Rp 800.870,17 | | | Rp3.265.763,39 |

Diatas merupakan hasil dari perhitungan biaya operasi kendaraan yg mengalami tundaan akibat adanya kemacetan yg ditimbulkan oleh kecelakaan lalu lintas sehingga menimbulkan kerugian material, dapat dilihat pada tabel 5.7 arah (Surabaya – Malang) besar kerugian biaya pada 5 menit terjadi gangguan jalan tertutup seluruhnya dengan nilai sebesar Rp 19.677,-, pada 10 menit tertutup kerugian material

Rp 96.650,- , pada 30 menit tertutup kerugian material Rp 800.870,- dan 60 menit tertutup kerugian material sebesar 3.265.763,- , untuk tabel 5.8 arah (Malang – Surabaya) dapat dilihat besar kerugian biaya pada 5 menit terjadi gangguan jalan tertutup seluruhnya dengan nilai sebesar Rp 15.857,- , pada 10 menit tertutup kerugian material Rp 57.184,- , pada 30 menit tertutup kerugian material Rp 572.026,- dan 60 menit tertutup kerugian material sebesar 2.264.128,-.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu yang dibutuhkan untuk normal kembali saat terjadi kecelakaan lalu lintas adalah : berdasarkan karakteristik ruas jalan Purwodadi - Lawang berada pada kondisi arus lalu lintas yang lancar dengan DS (arah Surabaya - Malang) 0,58 dan (arah Malang - Surabaya) 0,60. Adapun waktu yang dibutuhkan untuk kembali normal saat terjadi kecelakaan lalu lintas dengan ruas jalan tertutup seluruhnya (arah Surabaya - Malang) selama :
 - a) 5 menit kembali normal selama 3,05 menit, tundaan 2,64 menit.
 - b) 10 menit kembali normal selama 5,95 menit, tundaan 5,58 menit.
 - c) 30 menit kembali normal selama 18,35 menit, tundaan 15,9 menit.
 - d) 60 menit kembali normal selama 37 menit, tundaan 31,81 menit.

(arah Malang - Surabaya) tertutup selama :

- a) 5 menit kembali normal selama 3,85 menit, tundaan 2,61 menit.
- b) 10 menit kembali normal selama 7,45 menit, tundaan 4,7 menit.
- c) 30 menit kembali normal selama 23,8 menit, tundaan 15,35 menit.

- d) 60 menit kembali normal selama 48,05 menit, tundaan 30,34 menit.

2. Besar kerugian biaya bahan bakar akibat terjadinya kemacetan lalu lintas yang ditimbulkan oleh kecelakaan adalah : berdasarkan simulasi yang terjadi maka besar kerugian biaya pada arah (Surabaya – Malang) besar kerugian biaya pada 5 menit terjadi gangguan jalan tertutup seluruhnya dengan nilai sebesar Rp 19.677,- , pada 10 menit tertutup kerugian material Rp 96.650,- , pada 30 menit tertutup kerugian material Rp 800.870,- dan 60 menit tertutup kerugian material sebesar 3.265.763,- , untuk tabel 5.8 arah (Malang – Surabaya) dapat dilihat besar kerugian biaya pada 5 menit terjadi gangguan jalan tertutup seluruhnya dengan nilai sebesar Rp 15.857,- , pada 10 menit tertutup kerugian material Rp 57.184,- , pada 30 menit tertutup kerugian material Rp 572.026,- dan 60 menit tertutup kerugian material sebesar Rp 2.264.128,-.

Saran

1. Perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat untuk selalu berhati – hati dalam berkendara untuk menghindari kecelakaan yang dapat menyebabkan kemacetan yang panjang.
2. Studi selanjutnya, disarankan dalam melakukan pengambilan data kecepatan kendaraan agar mengambil data lebih banyak lagi dan volume untuk mewakili keseluruhan karakteristik lalu lintas apabila terjadi kecelakaan.
3. Studi selanjutnya, disarankan agar lebih banyak mengambil data survey sel untuk berbagai kondisi sehingga, dapat dibuat pemodelan lebih banyak lagi.
4. Dengan melihat adanya kerugian material yg timbulkan, maka perlu adanya studi sehingga menjadi masukan bagi pemerintah untuk menjadi solusi kedepannya apabila terjadi kecelakaan cepat dalam evakuasi dan perlu ada.nya

jalur alternative pada ruas jalan Purwodadi – Lawang.

5. Untuk studi selanjutnya bisa dimodelkan real dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Bukhori. dan Sofyan. (2002 : 20)
Karakteristik Arus Lalulintas, Bandung
: Penerbit Kanisius, Cetakan Ketiga.

Sebayang . N., Harnen Sulistio, Ludfi Jakfar,
Achmad Wicaksono (2015),
“Pengenmbangan Model Optimasi
Offset Sinyal Lampu Isyarat Lalu
Lintas Pada Jaringan ATCS (*Area
Traffic Control System*) berbentuk grid
Menggunakan Model Transmisi Sel
(*Cell Transmission Model*)”, *Prociding
the 18th FSTPT International
Sympossioum, Unila, Bandar
Lampung, August 28, 2015.*

Achmad, Trinurisa P, 2006, Studi
Penghematan Biaya Transportasi
Akibat Dibangunnya Jalan Tol
Segmen Malang-Kepanjen, Tugas
Akhir Jurusan Teknik Sipil ITN
Malang.

Direktoral Jenderal Bina Marga, 1997,
Manajemen Kapasitas Jalan Indonesia

Kurniawan, Achnan A., 2006, Studi
Penghematan Biaya Transportasi
Akibat Rencana Dibangunnya Jalan
Tol Segmen Lawang - Malang, Tugas
Akhir Jurusan Teknik Sipil ITN
Malang.