

PEMODELAN KECELAKAAN SEPEDA MOTOR DI KOTA SURABAYA
DENGAN METODE GLM
(Generalized Linear Model)

Margareth Evelyn Bolla ^{*)}

ABSTRAK

Pertumbuhan sepeda motor di Indonesia dalam beberapa waktu terakhir ini mengalami peningkatan pesat, yaitu sekitar 16.54% per tahun. Seiring pertumbuhan ini, jumlah kecelakaan lalulintas jalan juga terus bertambah, dimana salah satu wilayah yang mengalami peningkatan tersebut adalah kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model prediksi kecelakaan sepeda motor (MCA) serta model prediksi korban kecelakaan sepeda motor (KSI) di kota Surabaya.

Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan dengan data primer berupa hasil survei lalulintas dan geometrik jalan, sedangkan data sekunder berupa data kecelakaan diperoleh dari Kepolisian Surabaya. Metode *Generalized Linear Model* (GLM) digunakan sebagai metode analisis dengan distribusi *Poisson* dan *link function* logaritma.

Dari hasil pemodelan kecelakaan sepeda motor (MCA) dapat diprediksi bahwa peningkatan baik arus lalulintas maupun proporsi sepeda motor sebesar 10% akan meningkatkan jumlah kecelakaan sepeda motor sebesar 37.86% dan 42.78 % per tahun. Penambahan 1.0 meter lebar lajur diprediksi menurunkan kecelakaan sepeda motor sebesar 12.59% per tahun, sedangkan ruas jalan dengan jumlah lajur > 3 diprediksi mampu menurunkan angka kecelakaan sepeda motor per tahun sebesar 44.46%. Pemodelan korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat (KSI) memberikan hasil bahwa peningkatan arus lalulintas sebesar 10% akan meningkatkan korban kecelakaan sepeda motor (KSI) sebesar 34.72% per tahun, sementara pembatasan proporsi sepeda motor hingga < 70% dan penambahan lebar lajur sebesar 1.0 meter diprediksi mampu menurunkan jumlah korban kecelakaan sepeda motor (KSI) berturut-turut sebesar 46.69% dan 20.24% per tahun.

Kata kunci: Model prediksi, kecelakaan sepeda motor, korban.

ABSTRACT

The growth of motorcycles in the recent years is rapidly increasing, about 16.54% per year. Due to this growth, the amount of accident on the roads has increased in number, where one of the areas that has increasing number of accident is Surabaya. This research aims to set up the prediction models of motorcycle accidents (MCA) and motorcycle victims (KSI).

The method used is field research with the primary data based on the traffic and the road geometric survey, while the data of accidents in the year 2006 to April 2009 is as the secondary data which is obtained from the Police Department. The method used to analyze the data is Generalized Linear Models (GLM) with Poisson distribution and logarithm link function.

From the model of motorcycle accident (MCA), it could be predicted that the increasing of either traffic or motorcycle proportion 10%, would increase the number of motorcycle accidents 37.86% and 42.78% per year. The increase of the road width 1.0 meter is predicted to make the motorcycle accident decrease 12.59% per year, while the road with the lines < 3 is predicted could decrease the number of motorcycle accident 44.46% per year. The model of motorcycle victims who died or seriously injured (KSI) shows that the increase of traffic 10% would increase the motorcycle accident for the victims who died or seriously injured 34.72% per year, while the limit of motorcycle proportion to < 70% and the increase of road width 1.0 meter is predicted able to decrease the victims who died or seriously injured 46.69% and 20.24% per year.

Key words: Prediction model, motorcycle accident, victim.

I. PENDAHULUAN

Sepeda motor telah menjadi sarana transportasi yang dominan di Indonesia baik dilihat dari sisi peranan maupun populasinya. Lubis (2008) menyatakan bahwa pada tahun 2007 populasi sepeda motor sudah mencapai 78,3% (sekitar 37 juta unit) dari total jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia, sementara rata-rata tingkat pertumbuhan kepemilikan sepeda motor dalam kurun waktu

2005-2008 sekitar 16.54% per tahun (BPS, 2009). Seiring pertumbuhan populasi tersebut potensi terjadinya kecelakaan yang melibatkan sepeda motor pun semakin meningkat. Keterlibatan sepeda motor dalam kecelakaan lalu lintas hendaknya tidak dianggap remeh karena 75% korban meninggal akibat kecelakaan adalah pengendara sepeda motor (GRSP,2007).

Kota Surabaya merupakan salah satu kota yang memiliki angka kecelakaan lalu lintas jalan (lakalantas), serta tingkat fatalistas yang tinggi. Data dari Satlantas Polwiltabes Surabaya menyatakan bahwa sepanjang tahun 2010, terjadi 711 kecelakaan dengan 324 orang korban meninggal dunia, serta tercatat 883 sepeda motor terlibat dalam kecelakaan, jauh lebih tinggi daripada kendaraan peringkat kedua, yakni mobil station wagon, yaitu sebanyak 155 kendaraan. Mengutip pernyataan Kasatlantas Polwiltabes Surabaya (Jawa Pos, 28/08/2009), sepeda motor sudah menjadi “*number one killer*” di kota Surabaya.

Terdapat beberapa faktor yang telah teridentifikasi menjadi penyebab kecelakaan, yaitu faktor manusia (pengemudi), lalu lintas, jalan, kendaraan, serta lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Tjahyono (2008) memberikan informasi bahwa faktor penyebab kecelakaan yang tertulis di laporan polisi cenderung menekankan kesalahan pada faktor manusia, sedangkan hasil pengamatan lapangan memperlihatkan tingginya pengaruh faktor lalu lintas dan jalan sebagai penyebab kerawanan kecelakaan lalu lintas.

Mengidentifikasi faktor penyebab kecelakaan secara mendalam dengan membuat model kecelakaan serta menyusun program aksi yang efektif untuk mengurangi jumlah kecelakaan, khususnya kecelakaan sepeda motor, merupakan langkah strategis dan bermanfaat untuk mewujudkan kinerja keselamatan lalu lintas jalan yang lebih baik.

Berdasarkan apa yang telah disampaikan diatas, maka penelitian ini disusun dengan tujuan:

1. Membentuk model prediksi kecelakaan sepeda motor (MCA) di ruas jalan kota Surabaya.
2. Membentuk model prediksi korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat (KSI), di ruas jalan kota Surabaya.

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Identifikasi faktor penyebab kecelakaan jalan yang diteliti hanya mencakup faktor lalu lintas (arus, kecepatan, komposisi kendaraan) serta faktor geometrik jalan (lebar dan jumlah lajur, lebar bahu, keberadaan median), tidak termasuk faktor manusia, kendaraan serta lingkungan.
2. Pembentukan model prediksi korban kecelakaan sepeda motor hanya memperhitungkan jumlah korban meninggal dunia atau luka berat (*Killed or Seriously Injured*), tidak termasuk korban luka ringan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 mendefinisikan kecelakaan sebagai suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja, melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Sedangkan, definisi korban kecelakaan seperti yang dituangkan di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 44 Tahun 1993 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yaitu:

- a. Korban mati (*fatal*), adalah yang dipastikan mati sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam waktu paling lama 30 hari setelah kejadian.
- b. Korban luka berat (*seriously injured*), adalah korban yang karena lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 hari sejak terjadi kecelakaan.
- c. Korban luka ringan (*slightly injured*), adalah korban yang tidak termasuk klasifikasi korban mati dan luka berat.

Dalam kebijakan menyangkut keselamatan jalan umumnya digunakan indikator KSI (*killed or seriously injured*), yang menyatakan jumlah korban yang meninggal dunia atau luka berat dalam suatu periode waktu. Penggabungan ini dilakukan karena data jumlah korban dari kedua klasifikasi ini lebih menunjukkan angka yang sesungguhnya dibandingkan dengan data korban luka ringan.

Faktor lalu lintas, sebagai salah satu faktor penyebab kecelakaan lalu lintas, ialah menyangkut besar kecilnya arus, kecepatan, dan komposisi kendaraan. Ruas

jalan dengan arus lalu lintas rata-rata 6.000 kend./hari, apabila arus naik 2 kali lipat maka kecelakaan akan naik sebesar 65% (Taylor *et al*, 2002). Data di Amerika Serikat, menunjukkan bahwa kecepatan > 80 km/jam akan menyebabkan fatalitas per 1000 orang meningkat hingga 92% dibandingkan bila kecepatan berada pada rentang 65-80 km/jam.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) menyatakan bahwa penambahan lebar lajur mampu mengurangi tingkat kecelakaan antara 2-15% per meter pelebaran. Selain itu, pelebaran dan perbaikan kondisi permukaan bahu akan meningkatkan keselamatan lalu lintas, walaupun dengan derajat yang lebih kecil dibandingkan pelebaran jalan. Keberadaan median juga mampu mengurangi tingkat kecelakaan hingga 30%, serta mengurangi kecelakaan fatal dan luka berat sebesar 10-30%.

Konsep Pemodelan Kecelakaan (GLM)

Pendekatan yang digunakan mula-mula dalam pembuatan model kecelakaan adalah pendekatan regresi linier konvensional, yaitu asumsi data terdistribusi normal, yang walaupun memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap pengetahuan tentang pemodelan kecelakaan lalu lintas, namun asumsi tersebut terasa kurang sesuai dengan karakteristik kecelakaan lalu lintas, karena tidak dapat mewakili sebaran data kecelakaan dengan baik (terutama waktu dan sebaran tempat kejadian). Oleh karena itu, pada 2 (dua) dekade terakhir ini, untuk membentuk model yang data observasinya (variabel respon) tidak terdistribusi normal, mulai digunakan bentuk yang lebih khusus dari regresi linear konvensional tersebut, yaitu *Generalized Linear Model* (GLM).

Penggunaan GLM dengan distribusi Poisson telah terbukti menghasilkan prediksi frekuensi kecelakaan lalu lintas yang lebih baik (Jovanis dan Chang, 1986, dalam Harnen 2003). Penelitian lainnya yang dilakukan (Joshua, 1990 serta Miaou, 1993, dalam Harnen 2004), memperkuat argumen bahwa penggunaan sebaran Poisson merupakan pilihan yang tepat untuk mengembangkan model prediksi kecelakaan lalu lintas.

Aplikasi GLM dalam model kecelakaan lalu lintas dapat berupa:

- Persamaan pangkat X^α (1)

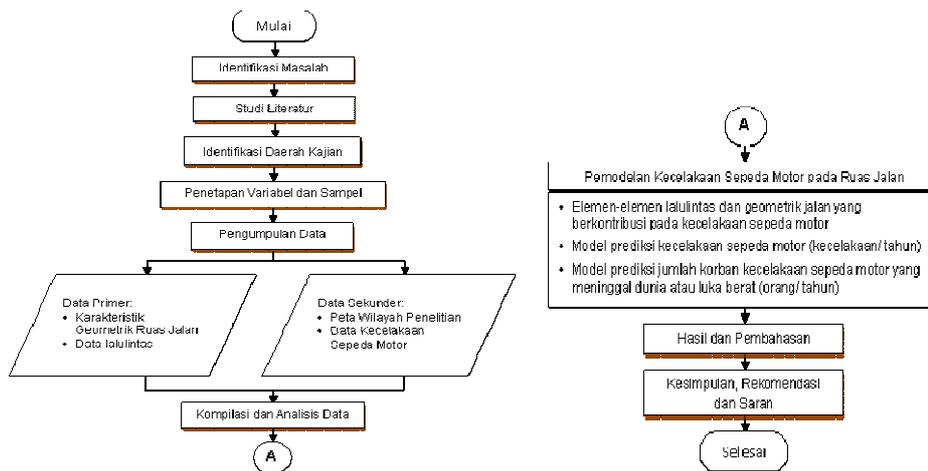
- Persamaan eksponensial $e^{\beta Y}$ (2)

dengan X dan Y adalah variabel penjelas., sedang α dan β merupakan koefisien variabel, sehingga apabila FK adalah frekuensi kecelakaan lalulintas yang akan diprediksi, serta X_i dan Y_j adalah variabel-variabel penjelas ($i = 1,2,3,\dots; j = 1,2,3,\dots$), maka persamaan kecelakaan lalulintas dapat dinyatakan dengan:

$$FK = k \cdot X_1^{\alpha_1} \cdot X_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot \exp(\beta_1 Y_1) \cdot \exp(\beta_2 Y_2) \cdot \dots \cdot \exp(\beta_n Y_n) \quad (3)$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara umum terbagi dalam empat tahap yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, kompilasi dan analisis, serta tahap terakhir berupa perumusan kesimpulan dan saran. Bagan alir kerangka operasional penelitian ini seperti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Operasional Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah kota Surabaya, sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia (jumlah penduduk tahun 2008 sebanyak 2.866.852 orang), yang memiliki angka kecelakaan sepeda motor yang tinggi.

Pemilihan sampel penelitian ruas jalan di kota Surabaya ditetapkan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan (arteri primer dan arteri sekunder), variasi elemen geometrik ruas jalan, serta sebaran lokasi (Surabaya Utara, Selatan, dan seterusnya). Setelah dilakukan proses identifikasi dan survai pendahuluan, maka ditetapkan sampel penelitian sejumlah 20 ruas jalan yaitu Ry. Ahmad Yani, Ry.

Darmo, Ry. Wonokromo, Ry. Gubeng, Ry. Rungkut, Ry. Jemursari, Ry. Mastrip, Ry. Dupak, Ry. Taman, Embong Malang, Basuki Rahmat, Ngagel, Tunjungan, Kertajaya, Diponegoro, Kedungdoro, Mayjend Sungkono, Tanjung Perak Timur, Kenjeran, dan Kalianak.

Dalam penelitian ini akan dibentuk 2 (dua) buah model, dimana variabel respon untuk model pertama adalah jumlah kecelakaan sepeda motor (MCA), sedangkan untuk model kedua adalah jumlah korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat (KSI). Variabel penjelas yang ditetapkan untuk kedua bentuk model tersebut adalah sama yaitu elemen-elemen lalu lintas dan geometrik jalan, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1. Variabel Penjelas: Deskripsi, *Factor Levels* dan *Coding System*

Variabel Penjelas	Deskripsi	Factor Levels	Coding System
Flow	Arus lalu lintas		Flow (smp/jam)
Speed	Kecepatan kendaraan		Speed (km/jam)
%Mcycle	Proporsi sepeda motor terhadap total arus lalu lintas		Mcycle (%)
LbLajur	Lebar total lajur jalan		Lebar lajur (m)
JmLajur	Jumlah lajur jalan	2	(0) Jumlah lajur ≤ 3 (1) Jumlah lajur > 3
LbBahu	Lebar bahu jalan		Lebar bahu (m)
Median	Median jalan	2	(0) Tanpa median (1) Dengan median

Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa data geometrik jalan dan data lalu lintas yang didapat dari survai lapangan, sementara data sekunder berupa data kecelakaan kota Surabaya diperoleh dari Kepolisian Wilayah Kota Besar (Polwiltabes) Surabaya. Data yang terkumpul kemudian dikompilasi untuk selanjutnya dilakukan analisis, pemodelan.

Pembentukan model dalam analisis dilakukan menggunakan metode GLM dengan distribusi Poisson dan fungsi penghubung logaritma. Teknik *Quasi-*

likelihood digunakan untuk mengatasi masalah *over-dispersion* (dispersion parameter = 1), dan Uji t dengan tingkat signifikansi 95% ($\alpha=0.05$) ditetapkan sebagai kriteria dalam proses estimasi parameter model. Pembentukan model dilakukan dalam 2 (dua) tahapan analisis yaitu analisis *univariate* dan analisis *multivariate*.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, maka struktur model kecelakaan diusulkan sebagai berikut:

$$1. \text{MCA} = k \text{Flow}^{\alpha} \exp^{(\beta_1 \text{Speed} + \beta_2 \% \text{Mcycle} - \beta_3 \text{LbLajur} - \beta_4 \text{JmLajur} - \beta_5 \text{LbBahu} - \beta_6 \text{Median})} \quad (4)$$

$$2. \text{KSI} = k \text{Flow}^{\alpha} \exp^{(\beta_1 \text{Speed} + \beta_2 \% \text{Mcycle} - \beta_3 \text{LbLajur} - \beta_4 \text{JmLajur} - \beta_5 \text{LbBahu} - \beta_6 \text{Median})} \quad (5)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai masing-masing ruas jalan untuk tiap-tiap variabel, baik variabel respon maupun penjelas, diperoleh dari hasil rekapitulasi survai lalu lintas dan geometrik, yang kemudian dirata-rata untuk selanjutnya digunakan dalam pembentukan model. Pendekatan dengan nilai rata-rata ini dilakukan karena data kecelakaan yang diperoleh dari pihak Kepolisian tidak menyatakan lokasi kecelakaan berdasarkan arah pergerakan lalu lintas.

Untuk variabel JmLajur dan Median, nilai diberikan berdasarkan kategori (*coding system*) yang telah ditetapkan. Nilai selengkapnya dari masing-masing variabel yang digunakan dalam analisis model, untuk tiap-tiap ruas jalan, seperti terlihat pada tabel 2 dan 3.

Data pada Tabel 2 dan Tabel 3 selanjutnya dianalisis menggunakan metode GLM (*Generalized Linear Model*) dengan distribusi *Poisson* dan *link function* logaritma. Analisis yang dilakukan dalam pembentukan model adalah uji korelasi, analisis univariat dan analisis multivariat, dengan alat bantu analisis adalah program statistik GenStat. Uji t dengan tingkat signifikansi 95% merupakan kriteria dalam estimasi parameter model.

Tabel 2. Nilai Variabel Respon dan Penjelas
Model Prediksi Kecelakaan Sepeda Motor (MCA)

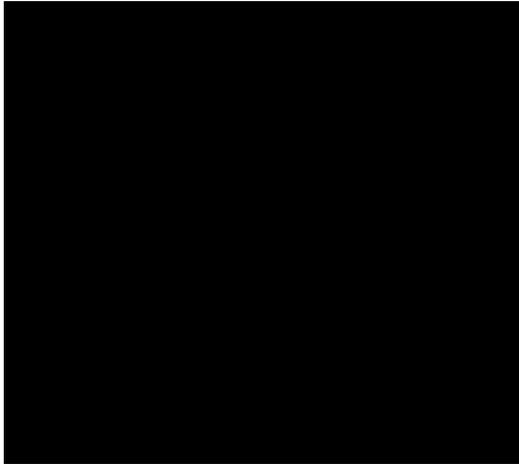
No	Ruas Jalan	MCA (laka/thn)	Flow (smp/jam)	Speed (km/jam)	%Mcycle (%)	LbLaju r (m)	JmLaju r	LbBah u (m)	Median
1	Ahmad Yani	56.67	5621.0	49.3	80.0	9.35	0	2.75	1
2	Ry Darmo	22.33	4752.5	36.5	77.5	11.5	1	0	1
3	Wonokromo	11.67	2539.5	56.8	76.8	7.5	0	4	1
4	Gubeng	5.33	1500.5	47.7	65.4	7.75	0	0.5	1
5	Rungkut	2.33	1471.5	52.5	74.6	7.5	0	0	1
6	Jemursari	6.33	1159.0	59.5	86.6	11.5	1	1.35	1
7	Mastrip	20.67	1456.5	44.5	87.0	9.2	0	3.2	0
8	Dupak	1.67	2284.5	43.3	59.1	13.4	1	0	1
9	Ry. Taman	1.67	1659.0	60.5	65.0	9	0	3.9	1
10	Embong Mlg	3.33	4987.0	40.5	70.0	18	1	0	0
11	Basuki Rahmat	7.67	5946.0	48.5	72.0	12.2	1	0	0
12	Ngagel	6.33	1218.0	38.5	77.0	7	0	4.7	0
13	Tunjungan	3.33	4512.0	44.5	75.0	14.8	1	0	0
14	Kertajaya	5.00	2876.0	60.0	69.1	11	0	0	1
15	Diponegoro	14.33	1570.0	52.5	80.2	11.15	0	0	1
16	Kedungdoro	2.33	1485.0	50.7	84.3	10	0	2	1
17	M.Sungkono	19.00	3714.0	58.0	48.2	10	0	0	1
18	Perak Timur	1.67	2355.0	56.7	77.1	10	0	4	0
19	Kenjeran	7.33	1590.5	48.4	89.1	9	0	1	1
20	Kalianak	8.00	2124.0	69.2	90.9	14	1	2	0

Tabel 3. Nilai Variabel Respon dan Penjelas
Model Prediksi Korban Kecelakaan Sepeda Motor (KSI)

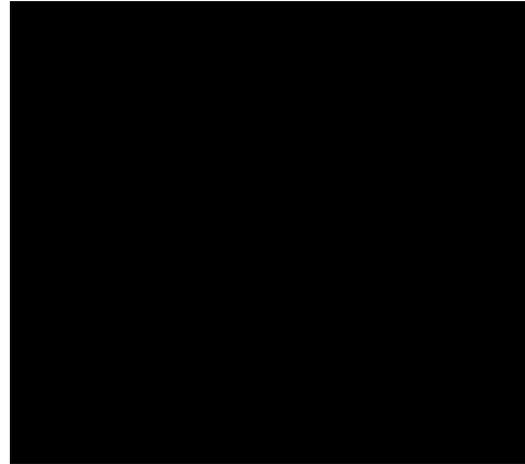
No	Ruas Jalan	KSI (org/thn)	Flow (smp/jam)	Speed (km/jam)	%Mcycle (%)	LbLajur (m)	JmLajur	LbBahu (m)	Median
1	Ahmad Yani	28.33	5621.0	49.3	80.0	9.35	0	2.75	1
2	Ry Darmo	5.00	4752.5	36.5	77.5	11.5	1	0	1
3	Wonokromo	4.33	2539.5	56.8	76.8	7.5	0	4	1
4	Gubeng	2.33	1500.5	47.7	65.4	7.75	0	0.5	1
5	Rungkut	0.33	1471.5	52.5	74.6	7.5	0	0	1
6	Jemursari	3.33	1159.0	59.5	86.6	11.5	1	1.35	1
7	Mastrip	9.33	1456.5	44.5	87.0	9.2	0	3.2	0
8	Dupak	1.33	2284.5	43.3	59.1	13.4	1	0	1
9	Ry. Taman	2.00	1659.0	60.5	65.0	9	0	3.9	1
10	Embong Mlg	0.67	4987.0	40.5	70.0	18	1	0	0
11	Basuki Rahmat	3.00	5946.0	48.5	72.0	12.2	1	0	0
12	Ngagel	2.33	1218.0	38.5	77.0	7	0	4.7	0
13	Tunjungan	2.33	4512.0	44.5	75.0	14.8	1	0	0
14	Kertajaya	1.33	2876.0	60.0	69.1	11	0	0	1
15	Diponegoro	2.00	1570.0	52.5	80.2	11.15	0	0	1
16	Kedungdoro	0.33	1485.0	50.7	84.3	10	0	2	1
17	M.Sungkono	5.00	3714.0	58.0	48.2	10	0	0	1
18	Perak Timur	0.67	2355.0	56.7	77.1	10	0	4	0
19	Kenjeran	3.33	1590.5	48.4	89.1	9	0	1	1
20	Kalianak	5.00	2124.0	69.2	90.9	14	1	2	0

A. Analisis Univariat Hasil analisis univariat model prediksi MCA (Tabel 4), memperlihatkan bahwa variabel LbBahu tidak memenuhi syarat signifikansi. Selain itu terdapat 2 (dua) variabel yang nilai koefisien estimasinya tidak sejalan dengan teori (MKJI, 1997) dan penelitian-penelitian terdahulu (Vogt dan Bared 1998, Vogt 1999, Bauer dan Harwood 2000, Harnen dkk. 2006, Šliupas 2009), yaitu Speed (koefisien estimasinya bernilai negatif), serta Median (koefisien estimasinya bernilai positif), sehingga untuk selanjutnya variabel-variabel LbBahu, Speed serta Median tidak diikuti pada analisis multivariat. Hasil analisis univariat model prediksi KSI (Tabel 5) memperlihatkan

Tabel 4. Hasil Analisis Univariat Model Prediksi MCA



Tabel 5. Hasil Analisis Univariat Model Prediksi KSI



bahwa 4 (empat) buah variabel penjelas, yaitu variabel Speed, %Mcycle, JmLajur, dan Median tidak signifikan karena memiliki nilai $\alpha > 0.05$, serta 1 (satu) variabel yaitu LbBahu nilai koefisien estimasinya tidak sesuai dengan teori (MKJI, 1997) karena bernilai positif. Variabel %Mcycle kemudian dikategorikan menjadi: (0) proporsi sepeda motor $\leq 70\%$ dan (1) proporsi sepeda motor $> 70\%$, dan selanjutnya diuji kembali signifikansinya. Dengan pengkategorian tersebut variabel %Mcycle menjadi signifikan sehingga bersama-sama dengan variabel Flow, dan LbLajur, dapat diikutkan pada analisis multivariat.

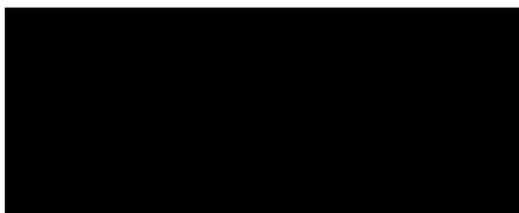
Ket: Koefisien variabel (1) merupakan perbandingan terhadap koefisien variabel (0)

Ket: Koefisien variabel (1) merupakan perbandingan terhadap koefisien variabel (0)

B. Analisis Multivariat

Hasil analisis multivariat untuk model prediksi MCA dan KSI seperti terlihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Analisis Multivariat Model Prediksi MCA



Tabel 7. Hasil Analisis Multivariat Model Prediksi KSI



Ket: Koefisien variabel (1) merupakan perbandingan terhadap koefisien variabel (0)

Ket: Koefisien variabel (1) merupakan perbandingan terhadap koefisien variabel (0)

Hasil analisis pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa 4 (empat) variabel penjelas yang dianalisa yaitu variabel Flow, %Mcycle, LbLajur, serta JmLajur, mampu memberikan nilai signifikansi yang baik. Untuk model prediksi KSI (Tabel 7), ke-3 (tiga) variabel penjelas yang lolos analisis univariat, yaitu Flow, Mcycle (1), dan LbLajur, juga telah memberikan nilai signifikansi yang baik.

C. Hasil Model

Dari analisis pemodelan yang telah dilakukan, diperoleh model akhir untuk masing-masing model prediksi sebagai berikut:

$$1. \text{ MCA} = 0.00003278 \text{ Flow}^{3.369} \exp^{(0.03561 \% \text{Mcycle} - 0.1346 \text{ LbLajur} - 0.588 \text{ JmLajur}(1))}$$

Dengan:

MCA : Jumlah kecelakaan sepeda motor (kecelakaan/tahun)

Flow : Arus lalulintas (smp/jam)

%Mcycle : Proporsi sepeda motor terhadap total arus lalulintas (%)

LbLajur : Lebar lajur jalan (meter)

JmLajur : (0) Jumlah lajur jalan ≤ 3 lajur.

(1) Jumlah lajur jalan > 3 lajur.

$$2. \text{ KSI} = 0.000656 \text{ Flow}^{3.092} \exp^{(0.629 \% \text{Mcycle}(1) - 0.2262 \text{ LbLajur})}$$

Dengan:

KSI : Jumlah korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia dan luka berat (orang/tahun)

Flow : Arus lalulintas (smp/jam)

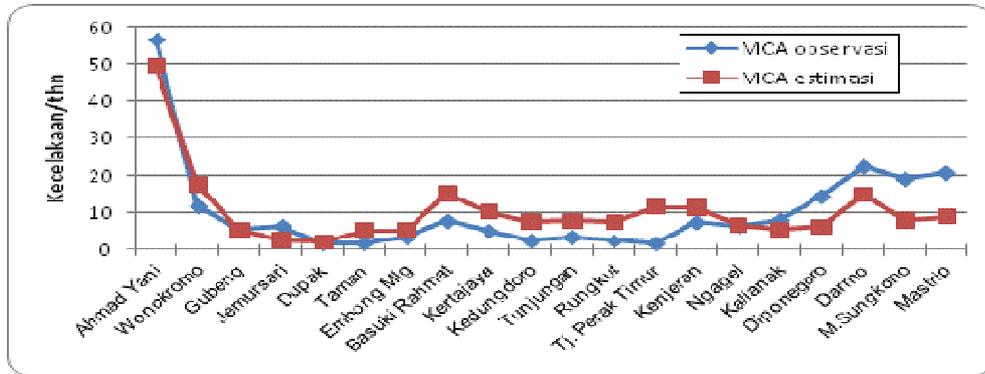
%Mcycle : (0) Proporsi sepeda motor terhadap total arus lalulintas $\leq 70\%$

(1) Proporsi sepeda motor terhadap total arus lalulintas $> 70\%$

LbLajur : Lebar lajur jalan (meter)

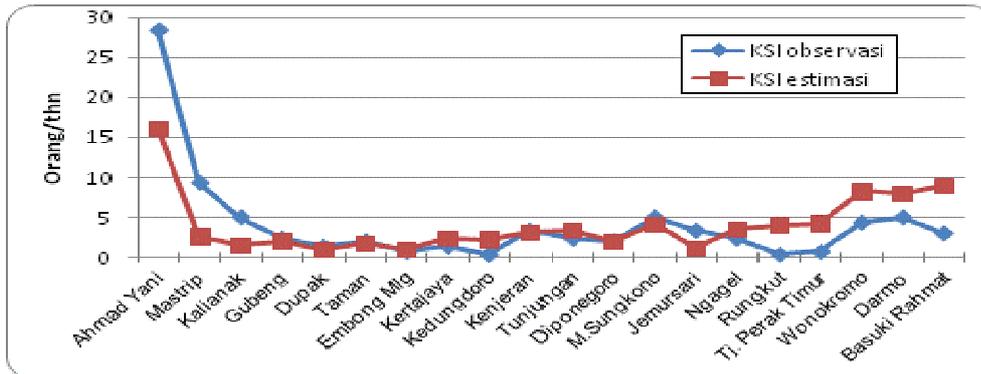
D. Pemeriksaan Model

Pada Gambar 2 dan 3 terlihat bahwa hasil estimasi model sudah cukup mendekati data observasi (tingkat kepercayaan 95%), yang berarti model yang



Gambar 2. Perbandingan Data Observasi dan Estimasi Model Prediksi MCA

dihasilkan cukup mewakili kondisi (realita) yang ada.

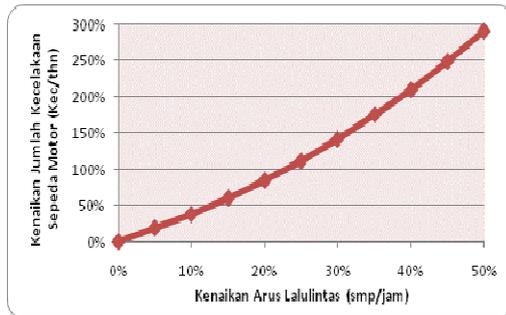


Gambar 3. Perbandingan Data Observasi dan Estimasi Model Prediksi KSI

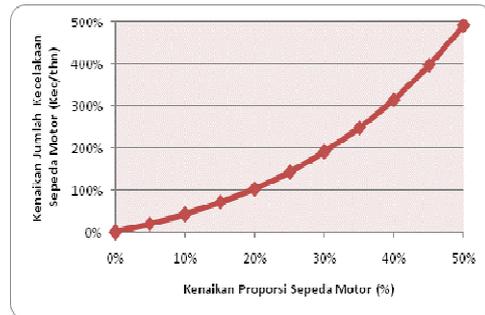
E. Interpretasi Model

1. Model Prediksi Kecelakaan Sepeda Motor (MCA)

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh kenaikan arus lalu lintas terhadap peningkatan jumlah kecelakaan sepeda motor. Peningkatan arus lalu lintas sebesar 10% diprediksi akan meningkatkan jumlah kecelakaan sepeda motor dalam satu tahun sebesar 37.86%. Sedangkan, kenaikan 10% proporsi sepeda motor dalam lalu lintas diprediksi meningkatkan jumlah kecelakaan sepeda motor sebesar 42.78% per tahun (Gambar 5).

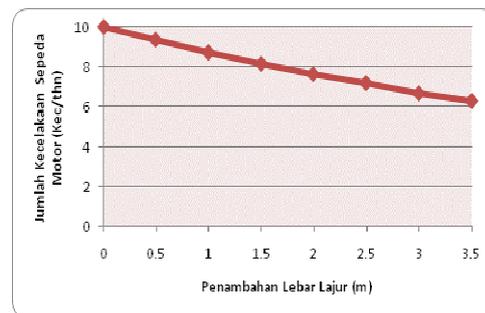


Gambar 4. Hubungan antara Kenaikan Arus Lalulintas dan Kenaikan Jumlah Kecelakaan SM



Gambar 5. Hubungan antara Kenaikan Proporsi SM dan Kenaikan Jumlah Kecelakaan SM

Pengaruh lebar lajur seperti tersaji pada Gambar 6, yaitu bahwa penambahan lebar lajur sebesar 1.0 meter diprediksi mampu menurunkan jumlah kecelakaan sepeda motor sebesar 12.59% per tahun. Jika dimisalkan jumlah kecelakaan pada



Gambar 6. Hubungan antara Penambahan lebar Lajur dan Penurunan Jumlah Kecelakaan SM

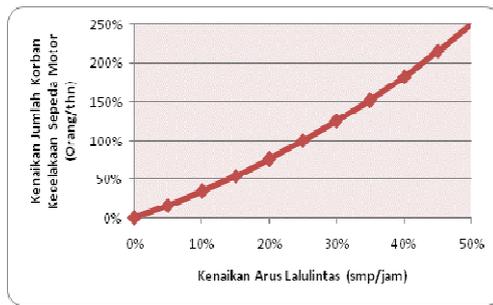
suatu ruas jalan adalah 10 kecelakaan/ tahun, maka dengan penambahan lebar

lajur sebesar 1.0 meter, jumlah kejadian kecelakaan sepeda motor akan turun menjadi 8.74 kejadian kecelakaan/tahun.

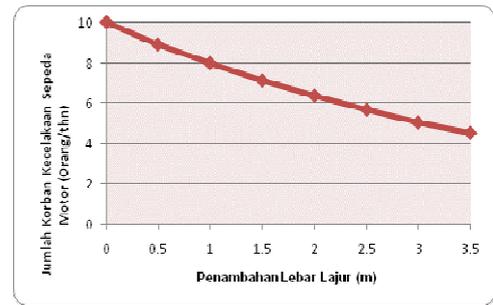
Dari model yang dibentuk juga tampak bahwa variabel jumlah lajur turut berpengaruh terhadap jumlah kecelakaan sepeda motor. Ruas jalan dengan jumlah lajur > 3, diprediksi mampu menurunkan angka kecelakaan sepeda motor per tahun sebesar 44.46%.

2. Model Prediksi Korban Kecelakaan Sepeda Motor (KSI)

Model yang dibentuk memperlihatkan bahwa peningkatan arus lalulintas sebesar 10% diprediksi akan meningkatkan jumlah korban meninggal dunia atau luka berat sebesar 34.72% per tahun (Gambar 7), dan penambahan lebar lajur sebesar 1.0 meter diprediksi mampu menurunkan jumlah korban kecelakaan sepeda motor (KSI) sebesar 20.24% per tahun (Gambar 8).



Gambar 7. Hubungan antara Kenaikan Arus Lalulintas dan Kenaikan Jumlah Korban SM (KSI)



Gambar 8. Hubungan antara Penambahan Lebar Lajur dan Penurunan Jumlah Korban SM (KSI)

Hasil model juga memberikan prediksi bahwa pembatasan proporsi sepeda motor hingga $\leq 70\%$ mampu menurunkan jumlah korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat dalam 1 (satu) tahun sebesar 46.69%.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Model prediksi kecelakaan sepeda motor (MCA) yang dihasilkan adalah:

$$MCA = 0.00003278 \text{ Flow}^{3.369} \exp^{[0.03561 \%Mcycle - 0.1346 \text{LbLajur} - 0.588 \text{JmLajur}(1)]}$$

dengan variabel yang berpengaruh terhadap kecelakaan sepeda motor (MCA) adalah besar arus lalulintas (Flow), proporsi sepeda motor (%Mcycle), lebar lajur (LbLajur) dan jumlah lajur (JmLajur).

Dari hasil model dapat diprediksi bahwa peningkatan arus lalulintas sebesar 10% dan peningkatan 10% proporsi sepeda motor akan meningkatkan jumlah kecelakaan sepeda motor berturut-turut sebesar 37.86% dan 42.78 % per tahun. Penambahan 1.0 meter lebar lajur diprediksi menurunkan kecelakaan sepeda motor sebesar 12.59% per tahun, sedangkan ruas jalan dengan jumlah lajur > 3 diprediksi mampu menurunkan angka kecelakaan sepeda motor per tahun sebesar 44.46%.

2. Model prediksi korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia dan luka berat (KSI) adalah:

$$KSI = 0.000656 \text{ Flow}^{3.092} \exp^{[0.629 \%Mcycle(1) - 0.2262 \text{LbLajur}]}$$

Pemodelan korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia dan luka berat (KSI) memberikan hasil bahwa peningkatan arus lalu lintas sebesar 10% akan meningkatkan korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat sebesar 34.72% per tahun, sementara pembatasan proporsi sepeda motor hingga < 70% dan penambahan lebar lajur sebesar 1.0 meter diprediksi mampu menurunkan jumlah korban kecelakaan sepeda motor yang meninggal dunia atau luka berat berturut-turut sebesar 46.69% dan 20.24% per tahun.

VI. REKOMENDASI PROGRAM AKSI

Untuk mengurangi jumlah kecelakaan dan korban kecelakaan sepeda motor di Kota Surabaya, maka berdasarkan hasil pemodelan dapat direkomendasikan hal-hal berikut:

- Membuat program aksi berupa penerapan manajemen lalu lintas yang ditujukan untuk mengatur besarnya arus lalu lintas (dapat berupa pengaturan arah, pembatasan jenis kendaraan, pembatasan zona operasi, *road pricing*, dan lain-lain).
- Perlu adanya usaha pengurangan jumlah kepemilikan sepeda motor. Usaha ini dapat melalui pembatasan operasi sepeda motor (dalam bentuk zona batas operasi), peningkatan pajak kendaraan sepeda motor, ataupun pencabutan subsidi Bahan Bakar Minyak bagi angkutan pribadi. Bersamaan dengan program ini tentunya harus dilakukan pula perbaikan kualitas pelayanan dan pengembangan sarana angkutan umum, sehingga masyarakat mau meninggalkan sepeda motor dan beralih ke angkutan umum.
- Sejauh ruang jalan memungkinkan, pada ruas jalan arteri direkomendasikan program aksi berupa penyesuaian lebar lajur untuk ruas jalan yang masih memiliki lebar lajur < 3.5 meter, serta penyesuaian jumlah lajur jalan menjadi lebih dari 3 (tiga) lajur. Tentunya penyesuaian ini perlu diikuti dengan penerapan peraturan, terutama menyangkut batas kecepatan kendaraan (*speed limit*), untuk tetap menjamin keselamatan semua pengguna jalan.

VII. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan dilakukan tindakan selanjutnya berupa:

1. Komitmen dari para pengambil keputusan untuk segera melakukan aksi agar jumlah kecelakaan sepeda motor serta jumlah korban, khususnya meninggal dunia dan luka berat, dapat segera diturunkan.
2. Validasi model yang dibentuk melalui uji coba implementasi program aksi yang telah direkomendasikan. Uji coba ini dapat dilakukan di daerah kajian (Surabaya), maupun di daerah lain yang memiliki karakteristik lokasi, lalu lintas serta geometrik jalan yang sesuai dengan daerah kajian.
3. Pengembangan model kecelakaan, untuk melihat korelasi dari elemen-elemen faktor lain terhadap kejadian kecelakaan yang melibatkan sepeda motor, sehingga dapat ditentukan bentuk program-program aksi lainnya.

VII. DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1993. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 1993 Tentang Kendaraan dan Pengemudi.

Anonim. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Badan Pusat Statistik (BPS). 2009. Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi yang Diderita Tahun 1992-2008.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Direktorat Bina Jalan Kota.

Global Road Safety Partnership (GRSP). 2007. Cascading the World Report – The ASEAN Experience.

Harnen, Sulistio. *et al.* 2003. Motorcycle Crashes Prediction Model for Non-signalized Intersections. Journal of IATSS Research, Japan.

Harnen, Sulistio., *et al.* 2004. Development of Prediction Models for Motorcycle Crashes at Signalized Intersections on Urban Roads in Malaysia. Journal of Transportation and Statistic, the United State Department of Transportation, USDOT, USA.

Harnen, Sulistio *et al.* 2006. Motorcycle Accident Prediction Model for Junctions on Urban Roads in Malaysia. Advances in Transportation Studies, an International Journal Section A 8.

- Lubis, H.A.R.S., 2008, Pertumbuhan Sepeda Motor dan Dampaknya Bagi Transportsasi Perkotaan, *Jurnal Transportasi*, Vol 8 No. 3, FSTPT, hlm. 187-24.
- Šliupas, Tomas. 2009. *The Impact of Road Parameters and the Surrounding Area on Traffic Accidents*. Department of Transport Engineering, Kaunas University of Technology, Kęstučio g. 27, LT-44312 Kaunas, Lithuania.
- Taylor, M., Kennedy, J.V., and Baruya, A. 2002. *The Relationship Between Speed and Accidents on Rural Single-Carriageway Roads*. Report TRL 511. Crowthorne, UK.
- Tjahyono, Tri. 2008. *Kajian Faktor Jalan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas*. Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- www.jawapos.com. Sepanjang 2009 Angka Kecelakaan Lalu Lintas Meningkat. Jawa Pos 28/08/2009. Tanggal akses 22 Januari 2011.