

Studi Simulasi Model Kecelakaan Pengendara Mobil untuk Meningkatkan Keselamatan Lalu Lintas di Daerah Perkotaan

Imma Widyawati Agustin^{*1}, Christia Meidiana² dan Sri Muljaningsih³

Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya^{1,2}

Jl. MT. Haryono 167, Kota Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Brawijaya³

Jl. Veteran, Kota Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: immasaitama@ub.ac.id*

Diterima: 28 Februari 2020, disetujui: 26 November 2020, diterbitkan *online*: 31 Desember 2020

Abstrak

Berbagai permasalahan transportasi yang sering dialami dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi salah satunya adalah kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan lalu lintas di Kota Surabaya pada tahun 2017 tercatat sebanyak 1.338 kejadian kecelakaan. Jumlah kejadian kecelakaan ini didominasi oleh kendaraan pribadi seperti sepeda motor dan mobil. Penelitian ini bertujuan membuat model peluang kecelakaan mobil di Kota Surabaya yang didasarkan pada data karakteristik jalan dan karakteristik pengendara untuk mengetahui tindakan yang tepat dalam menurunkan angka kecelakaan mobil. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis *generalized linear model* (GLM) untuk melihat model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik jalan dan regresi logistik biner untuk melihat model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik pengendara mobil. Penelitian ini difokuskan pada six ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan tertinggi dan sedang, serta diwakilkan dengan 348 responden pengendara mobil. Dari hasil analisis GLM didapatkan model peluang kecelakaan $MCA = e^{4,5 - 0,707 \text{ Lebar badan jalan}}$ yang menunjukkan bahwa hanya lebar badan jalan yang mempengaruhi peluang kecelakaan mobil. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa jika lebar badan jalan memiliki peningkatan 10% dari lebar badan jalan sebelumnya, maka model pendekatan dengan GLM memprediksi akan terjadi peningkatan jumlah kecelakaan mobil sebanyak 84 korban. Dari hasil analisis regresi logistik biner didapatkan model peluang kecelakaan di mana perilaku pengendara yang mempengaruhi peluang kecelakaan mobil adalah membawa surat berkendara seperti SIM dan STNK ($X_{3,6}$), mematuhi lampu lalu lintas ($X_{3,10}$), memberi tanda berbelok/darurat ($X_{3,11}$), menggunakan sabuk pengaman ($X_{3,12}$), dan mengantuk saat mengendarai ($X_{3,13}$).

Kata kunci: Model kecelakaan, pengendara mobil, generalized-linear-model, Kota Surabaya.

Abstract

Simulation Study of Car Accident Model to Improve Traffic Safety in the Urban Area: Various transportation problems that are often experienced with high traffic density, one of which is a traffic accident. The number of accidents is dominated by private vehicles such as motorbikes and cars. This study aimed to make a car accident model in Surabaya City based on the road and the driver characteristics to find out the right actions in reducing the number of car accidents. The study used the analysis of generalized linear model (GLM) and binary logistic regression. It focused on six road segments that have the highest and moderate accident rates, and it was represented by 348 respondents of car drivers. The results of the GLM analysis obtained a probability model of $MCA = e^{4,5 - 0,707 \text{ Road Width}}$ which shows only the width of the road body that affects the chances of a car accident. It can be interpreted that if the road width has increased by 10% from the previous road width, the GLM approach model predicts an increase in the number of car accidents by 84 victims. Furthermore, the driver's behavior that affects the chances of a car accident include carrying a driver license and vehicle registration ($X_{3,6}$), obeying a traffic light ($X_{3,10}$), giving a turning/emergency sign ($X_{3,11}$), using a seat belt ($X_{3,12}$), and being drowsy when driving ($X_{3,13}$).

Keywords: Accident model, car driver, generalized-linear-model, Surabaya City.

1. Pendahuluan

Tingkat keparahan tersangka kecelakaan mobil di Kota Surabaya didominasi oleh kelompok tersangka dengan cedera ringan sebanyak 473 (70%), sedangkan persentase terendah ada pada kelompok keparahan cedera sebanyak 83 (12%) [1]. Hasil penelitian dari [2] bertujuan untuk menjadi acuan berpikir tentang interaksi manusia dan kendaraan, dengan melihat kemajuan yang ada sekarang dan dalam skenario saat ini yang akan menjadikan kendaraan di pasar yang

sangat berbeda dari apa yang kita gunakan saat ini. Ditemukan bahwa cedera ringan lebih kecil kemungkinannya untuk dilaporkan daripada cedera serius di Republik Ceko, Prancis, dan Yunani, sedangkan kasus sebaliknya terjadi di Belanda dan Inggris [3]. Dalam proyek '*in safety*', fokus utama adalah pada langkah-langkah yang tidak terlalu jauh dari pasar. Langkah-langkah yang lebih inovatif dapat dibayangkan dan harus dikembangkan. Penilaian keamanan atas tindakan yang tidak ada, berdasarkan kesamaan dengan tindakan infrastruktur, adalah opsi

yang dapat diambil. Pada tahap selanjutnya dalam proyek, data dari kegiatan pemodelan dan evaluasi situs percontohan dapat digunakan untuk penilaian efek keselamatan [4]. Temuan menarik terkait dengan parameter yang mencerminkan pengalaman kecelakaan pengemudi, di mana terbukti bahwa responden dapat membedakan antara kecelakaan yang terjadi di daerah perkotaan versus pedesaan, serta kecelakaan antara pengemudi versus penumpang [5]. Mengingat adanya insiden kecelakaan jalan, penting untuk memperhatikan persimpangan dan pejalan kaki. Lebih dari 50% kecelakaan perkotaan terjadi di persimpangan dengan keterlibatan jumlah pejalan kaki yang signifikan [6].

Sangat menarik untuk dicatat bahwa pengemudi yang menginginkan batas kecepatan lebih tinggi adalah mereka yang lebih sering melanggar batas kecepatan. Batas kecepatan yang tidak tepat adalah pembenaran umum semua batas kecepatan; beruntungnya ini hanya ditemukan secara signifikan untuk jalan perkotaan. Temuan ini mengarah pada kesimpulan bahwa pada jalan non-perkotaan, semua yang melampaui batas kecepatan, sadar bahwa mereka melanggar batas yang mereka anggap tepat [6]. Dalam eksperimen yang melibatkan peristiwa tak terduga dan beberapa peristiwa berulang, setidaknya dalam beberapa kasus, dapat merancang secara berulang sehingga data perilaku yang dikumpulkan dari pengaturan ini dapat digunakan bersama dengan data dari pengaturan yang tidak terduga. Dengan menggunakan prosedur ini, seseorang dapat secara signifikan meningkatkan jumlah data yang dikumpulkan, sesuatu yang sangat berguna, misalnya, pemodelan pengendara mobil [7]. Pelatihan pertolongan pertama berbasis pengalaman, yang berfokus pada pengetahuan dan keterampilan, serta pengaturan psikologis, adalah pengetahuan bagi pengemudi yang tidak efektif yang dapat membantu mengurangi jumlah kematian dan cedera serius pada kesehatan yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas [8].

Kecelakaan lalu lintas sering terjadi di beberapa kota besar. Kota memiliki aliran pergerakan yang sangat tinggi karena kota merupakan pusat dari semua kegiatan masyarakat dalam melakukan berbagai kegiatan ekonomi. Kota Surabaya adalah kota metropolitan terbesar kedua setelah Jakarta di negara Indonesia. Masalah transportasi di kota-kota besar seperti Surabaya adalah pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun, yang rata-rata di atas 3%. Selain itu, pembangunan infrastruktur atau peningkatan jumlah dan lebar jalan masih sangat kecil, yaitu kira-kira di bawah 1% per tahun [9]. Jumlah kendaraan di Kota Surabaya mencapai 2.126.168 unit dengan persentase kendaraan bermotor 78%, mobil 16%, dan 6% sisanya

adalah kendaraan seperti bus, truk, dan transportasi berat lainnya [10].

Jumlah kendaraan yang tinggi ini dapat memicu peningkatan kecelakaan lalu lintas di Kota Surabaya. Kecelakaan lalu lintas di Kota Surabaya pada tahun 2017 tercatat sebanyak 1.338 kecelakaan [11]. Jumlah kecelakaan didominasi oleh kendaraan pribadi seperti sepeda motor dan mobil. Mobil berada di posisi kedua yang menyumbang aliran pergerakan transportasi terbanyak setelah sepeda motor di Kota Surabaya. Meskipun jumlah kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh mobil tidak sebanyak sepeda motor, mobil dapat menyebabkan tingkat keparahan kecelakaan lalu lintas yang lebih besar daripada sepeda motor [12]. Dari 1.338 kecelakaan di Kota Surabaya, kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh mobil pada 2017 berjumlah 461 kecelakaan dengan kondisi 71 orang meninggal dan 47 orang terluka parah [11]. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang cara meningkatkan keselamatan lalu lintas, terutama bagi pengendara untuk mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas yang tinggi.

Perbedaan karakteristik pengemudi mobil seperti aspek sosial ekonomi, pergerakan, dan perilaku dapat mempengaruhi peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas [13]. Berdasarkan data tingkat kecelakaan dan faktor kecelakaan lalu lintas di atas, perlu dikaji kemungkinan model kecelakaan yang melibatkan karakteristik jalan dan pengendara di Kota Surabaya. Lokasi penelitian berada di jalan dengan tingkat kecelakaan tertinggi hingga sedang dari semua jalan di Kota Surabaya.

Kecelakaan lalu lintas menurut [14] adalah peristiwa tak terduga dan tidak disengaja di jalan yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Menurut [15], kecelakaan lalu lintas dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk faktor pengemudi (faktor manusia), faktor kendaraan, faktor jalan, dan faktor lingkungan. Faktor manusia dalam tabrakan kendaraan mencakup semua faktor yang berkaitan dengan perilaku pengemudi dan pengguna jalan lain yang dapat berkontribusi pada tabrakan. Contoh-

Tabel 1. Wilayah Studi Penelitian

Ruas Jalan	Rata-Rata Kecelakaan	Klasifikasi Kecelakaan
Jalan Ahmad Yani	22.5	Tertinggi
Jalan Dr. Ir. H. Soekarno	11	Sedang
Jalan Raya Darmo	8	Sedang
Jalan Raya Diponegoro	9	Sedang
Jalan Raya Mastrip	16.75	Tertinggi
Jalan Tambak Osowilangun	10.75	Sedang

Sumber: Hasil Analisis, 2019

contoh yang mencakup perilaku pengemudi termasuk penglihatan dan ketajaman pendengaran, kemampuan untuk mengambil keputusan, dan kecepatan reaksi terhadap perubahan kondisi lingkungan dan jalan. Keyakinan dalam keterampilan mengemudi akan tumbuh di luar kendali sehingga potensi dan kemungkinan kecelakaan bahkan lebih besar [16].

Perbedaan karakteristik pengemudi seperti aspek sosial ekonomi, pergerakan, dan perilaku dapat mempengaruhi peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh faktor pengemudi [13]. Faktor manusia yang disebabkan oleh perilaku pengemudi mobil sangat mempengaruhi kejadian kecelakaan mobil di Kota Surabaya. Penyebab utama adalah faktor kurangnya disiplin pengguna jalan, yaitu pengemudi yang mengendarai kendaraan melampaui batas kecepatan dan pejalan kaki yang tidak berhati-hati [17].

Data kecelakaan mobil tahun 2017 menunjukkan bahwa 31,10% pengemudi tidak memiliki SIM saat mengemudi [11]. Selain itu, dalam penelitian lain di Pontianak dengan 94 responden, perilaku yang mengakibatkan kecelakaan adalah mengemudi dengan kecepatan tinggi sebesar 67%, tidak secara rutin merawat kendaraan sebesar 44,7%, dan mengemudi saat kondisi jalan gelap sebesar 17% [18]. Selain faktor manusia, faktor jalan juga memicu kecelakaan lalu lintas berdasarkan penelitian yang dilakukan di Kabupaten Banjarmasin Tengah tahun 2015, di mana terdapat jalan yang sering mengalami kecelakaan lalu lintas seperti jalan gelap di 18 jalan dari 21 jalan, jalan tanpa spidol/rambu di 7 jalan dari 21 jalan, lubang di 4 jalan dari 21 jalan, dan jalan banjir di 4 jalan dari 21 jalan [19].

2. Metodologi

Wilayah studi penelitian ditentukan berdasarkan klasifikasi kecelakaan mobil di Kota Surabaya pada tahun 2014-2017 yang terbagi menjadi tertinggi, sedang, dan terendah [20]. Penentuan interval kelas dilakukan menggunakan rumus Sturges, seperti berikut:

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{k} = \frac{22,5 - 0,25}{3} = 7,42 \quad (1)$$

Keterangan:

Ki : Panjang kelas interval yang digunakan

Xt : Nilai tertinggi suatu data yang diperoleh

Xr : Nilai terendah suatu data yang diperoleh

K : Jumlah pembagian kelas yang diinginkan

Tabel 2 menunjukkan ruas jalan yang menjadi fokus penelitian memiliki rata-rata kecelakaan berkisar antara 7,68 sampai 22,50. Dari total 343 ruas jalan di Kota Surabaya yang pernah mengalami kecelakaan mobil tahun 2014 sampai tahun 2017, terdapat enam ruas jalan yang terpilih menjadi lokasi

Tabel 2. Klasifikasi Rentang Nilai Berdasarkan Rata - Rata Kejadian Kecelakaan

Klasifikasi	Rata-Rata Kecelakaan	Total Jalan	Keterangan
Tertinggi	15,33-22,50	2	Terpilih
Sedang	7,68-15,33	4	Terpilih
Terendah	0,25-7,67	337	Tidak

Sumber: Arta *et al*, 2017

studi penelitian. Dua ruas jalan tergolong dalam klasifikasi jalan dengan tingkat kecelakaan tertinggi dan empat ruas jalan tergolong dalam klasifikasi tingkat kecelakaan sedang.

Penentuan objek sampel yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu berdasarkan populasi kepemilikan kendaraan mobil di Kota Surabaya dalam satu tahun terakhir. Jumlah kepemilikan kendaraan mobil di Kota Surabaya sampai tahun 2016 adalah sebesar 348.115 pemilik kendaraan mobil yang didapat berdasarkan data Kota Surabaya dalam Angka Tahun 2017. Jumlah sampel ditentukan berdasarkan tabel Isaac dan Michael dengan asumsi tingkat ketepatan data 95%. Jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebesar 348 responden. Selanjutnya sampel tersebut akan didistribusikan ke dalam enam ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan mobil sedang dan tertinggi di Kota Surabaya Tahun 2014-2017. Jumlah tersebut ditentukan dengan melihat rata-rata kecelakaan mobil pada masing-masing ruas jalan [21]. Distribusi sampel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

2.1 Teknik Analisis

Generalized Linear Model (GLM) digunakan untuk membuat model kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik jalan. Langkah-langkah dalam melakukan analisis *Generalized Linier Model* (Gambar 1) adalah sebagai berikut:

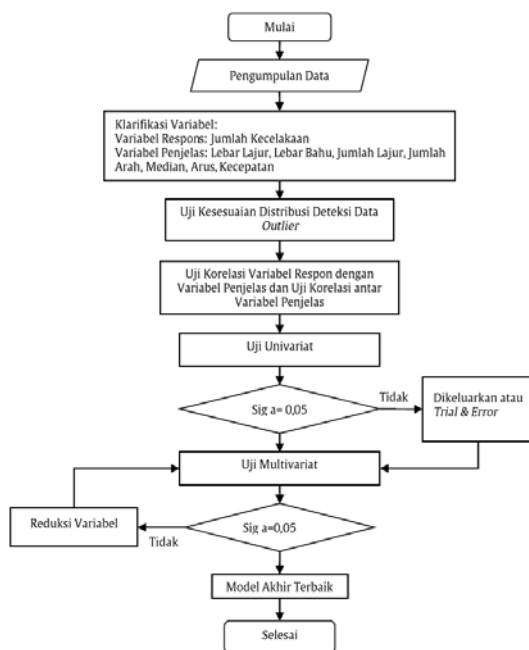
2.1.1 Mengumpulkan data

Salah satu komponen yang penting dalam penelitian adalah proses peneliti dalam pengumpulan data. Kesalahan yang dilakukan dalam

Tabel 3. Distribusi Jumlah Sampel Penelitian

Ruas Jalan	Rata-Rata Kecelakaan	Proporsi Sampel	Jumlah Responden
Jalan Ahmad Yani	22.5	348*29%	100
Jalan Dr. Ir. H. Soekarno	11	348*14%	49
Jalan Raya Darmo	8	348*10%	36
Jalan Raya Diponegoro	9	348*12%	40
Jalan Raya Mastrip	16.75	348*21%	75
Jalan Tambak Osowilangun	10.75	348*14%	48

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Sumber: Hasil Analisis, 2019

Gambar 1. Proses Analisis GLM

proses pengumpulan data akan membuat proses analisis menjadi sulit. Selain itu hasil dan kesimpulan yang akan didapat pun akan menjadi rancu apabila pengumpulan data dilakukan tidak dengan benar. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Proses pengumpulan data ditentukan oleh variabel-variabel yang ada dalam hipotesis. Pengumpulan data dilakukan terhadap sampel yang telah ditentukan sebelumnya.

2.1.2 Menentukan variabel dependen dan variabel independen

Variabel independen (*independent variable*) adalah tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel yang lain. Variabel dependen (*dependent variable*) adalah tipe variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel independen. Kedua tipe variabel ini merupakan kategori variabel penelitian yang paling sering digunakan dalam penelitian karena mempunyai kemampuan aplikasi yang luas. Dari data yang diperoleh pada proses pengumpulan data, selanjutnya peneliti harus mengklasifikasikan dan menentukan data yang termasuk ke dalam variabel independen dan data yang termasuk dalam variabel dependen. Penentuan kedua variabel ini berdasarkan teori keilmuan terkait.

2.1.3 Statistika Deskriptif

Pada deskripsi data, diberikan ukuran tendensi pusat, ukuran posisi, dan ukuran variasi, yang kesemuanya menggambarkan karakteristik data. Ukuran numerik yang menggambarkan beberapa karakteristik dari populasi adalah parameter, sedangkan ukuran numerik yang menggambarkan karakteristik dari data pengamatan (sampel) adalah

statistik yang mana tujuannya adalah untuk menduga atau mengestimasi parameter. Sebagai contoh, rata-rata penjualan yang diperoleh dari populasi keseluruhan adalah parameter, sedangkan rata-rata penjualan dari suatu sampel yang representatif adalah statistik. Statistik ini yang dijadikan sebagai penduga parameter.

2.1.4 Pengujian Linieritas

Uji linieritas merupakan syarat sebelum dilakukan uji *Generalized Linier Models*. Secara umum, uji linieritas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linier secara signifikan atau tidak. Data yang baik seharusnya memiliki hubungan yang linier antara variabel independen dan variabel dependen.

2.1.5 Identifikasi Distribusi Variabel Dependen dan Pemilihan Fungsi Link

Identifikasi variabel dependen perlu dilakukan dengan *fitting distribution*, yaitu mencocokkan data pada kurva distribusi. Setelah distribusi variabel dependen diketahui, kemudian ditentukan fungsi *link* yang berkaitan dengan distribusi tersebut.

2.1.6 Pemodelan Generalized Linier Model

Melakukan pemodelan *Generalized Linier Model* dengan memasukkan semua variabel independen dan dependen. Menggunakan uji parameter untuk menyeleksi parameter yang masuk ke dalam model, selanjutnya menggunakan uji kecocokan model untuk menyeleksi model yang signifikan.

2.1.7 Pemilihan Model Terbaik

Metode pemilihan model GLM terbaik ini digunakan untuk memilih model yang paling tepat untuk menjelaskan hubungan antara variabel dependen (y) dan variabel independen (x). Pada setiap hubungan antara variabel Y dan variabel X terdapat beberapa model yang mampu menggambarkan beberapa kriteria untuk pemilihan model terbaik, antara lain Akaike's Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), dan Root Mean Square Error (RMSE). Memilih model terbaik berdasarkan nilai AIC, BIC, dan RMSE terkecil.

Generalized Linier Models (GLM) bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat, pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen. Keunggulan GLM dibandingkan dengan regresi linier biasa terletak pada distribusi (bentuk kurva) variabel dependen. Variabel dependen pada GLM tidak diisyaratkan berdistribusi normal (kurva lonceng simetris), akan tetapi distribusi-distribusi yang termasuk keluarga eksponensial, yaitu Binomial, Poisson, Binomial Negative, Normal, Gamma, Invers Gaussian. Metode ini digunakan karena kecelakaan mobil tidak dapat diprediksi kejadiannya baik waktu, lokasi, maupun pengaruh penyebab kecelakaan tersebut [22]. Model yang

digunakan pada analisis ini berupa persamaan eksponensial.

$$McA = k \text{ FLOW } \beta \text{ EXP } (\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots) \quad (2)$$

Di mana McA adalah jumlah kecelakaan yang melibatkan pengendara mobil per tahun 2014-2017, $FLOW$ adalah volume lalu lintas dalam satuan smp/jam. Sementara itu, k dan β adalah parameter-parameter yang akan diestimasi dan x adalah variabel penjelas.

Uji validitas digunakan untuk memastikan validnya suatu instrumen penelitian yang bersifat deskriptif atau dapat dijelaskan dengan melibatkan variabel atau konsep yang tidak bisa diukur secara langsung. Uji validitas yang digunakan adalah metode *spearman rho*. Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten, jika pengukuran dilakukan dua kali atau lebih terhadap gejala dan alat ukur yang sama. Uji reliabilitas menggunakan teknik *Cronbach's Alpha* di mana variabel x yang reliabel memiliki kriteria instrumen dengan koefisien (r) > 0,6 [23].

Binari Logistik digunakan untuk membuat model peluang kecelakaan berdasarkan karakteristik pengendara mobil (Gambar 2). Regresi logistik biner menggunakan variabel respon dikotomi, yaitu 1 sebagai kejadian dan 0 untuk tidak ada kejadian. Regresi Logistik digunakan dikarenakan nilai kemungkinan variabel dependennya berada pada rentang 0-1. Hal ini membedakan dengan regresi linier biasa di mana nilai variabel respon (*dependen*)-nya bernilai < 0 atau > 1. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel respon (y) dan variabel penjelas (x). Variabel respon merupakan variabel untuk mengetahui peluang pengendara mobil mengalami kecelakaan. Variabel penjelas merupakan sub-aspek dari karakteristik pengendara aspek perilaku. Pembentukan model logit didasarkan pada fungsi peluang logistik kumulatif yang dispesifikasikan sebagai berikut:

$$P(i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_{1i}) = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_{1i})}} \quad (3)$$

Selanjutnya, berdasarkan pembentukan model logit di atas, maka struktur model yang digunakan dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

$$P(i) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots)}} \quad (4)$$

Dengan:

$P(i)$ = Peluang kejadian kecelakaan

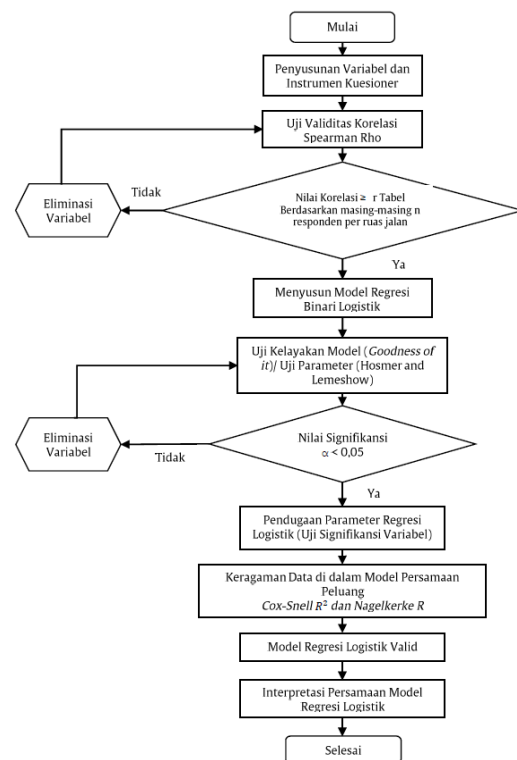
E = Bilangan alam (2,71828)

β = Koefisien variabel penjelas (*predictor*)

X = Variabel penjelas (*predictor*)

3. Hasil dan Pembahasan

Jalan Ahmad Yani memiliki fungsi jalan Arteri Primer dengan tipe jalan 10/2 D. Panjang badan jalan sebesar 9731,03 meter dengan lebar badan jalan keseluruhan lajur 25 meter. Volume lalu lintas yang



Sumber: Hasil Analisis, 2019

Gambar 2. Proses Regresi Logistik

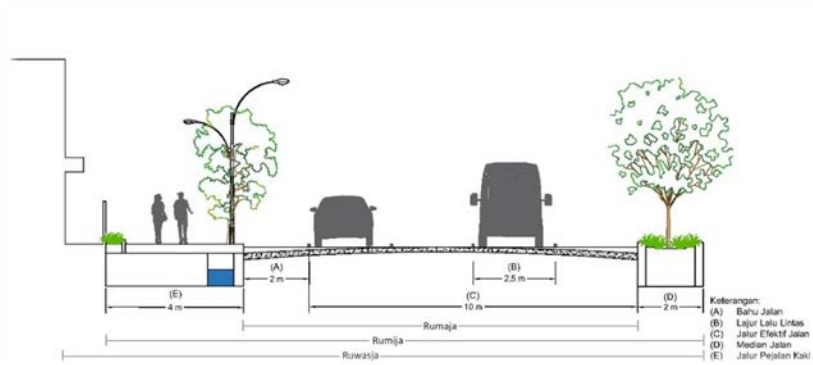
terdapat pada ruas jalan ini tercatat sebesar 9675,23 smp/jam dengan kecepatan arus bebas sebesar 43,60 km/jam. Jalan ini memiliki median jalan dan bahu jalan dengan lebar masing-masing 1,5 meter untuk median jalan dan 1 meter untuk bahu jalan (Tabel 4 dan Gambar 3).

Jalan Ahmad Yani terdapat di antara Kecamatan Wonocolo dan Kecamatan Gayungan memiliki lebar 25 meter yang terbagi menjadi dua jalur utama, di mana jalur sebelah barat memiliki dua fungsi sebagai jalur lambat dan jalur cepat untuk arus menerus. Jumlah lajur mencapai sepuluh lajur dengan tujuh

Tabel 4. Karakteristik Jalan Ahmad Yani

Karakteristik	
Tipe Jalan	10/2 D
Panjang Jalan	9731,03 Meter
Lebar Jalur Efektif	24,5 Meter
Lebar Lajur	2,5 Meter
Jumlah Lajur	10 Lajur
Lebar Bahu	2 Meter
Lebar Median	2 Meter
Fungsi/ Hierarki	Arteri Primer
Jumlah Arah	4 Arah
Volume Lalu Lintas	9675,23 Smp/jam
Kecepatan Arus	43.60 Km/jam
Perkerasan Jalan	Aspal
Kondisi Bahu Jalan	Aspal

Sumber: Hasil Analisis, 2019



Sumber: Hasil Analisis, 2019

Gambar 3. Karakteristik Jalan Ahmad Yani

lajur berada di sebelah barat untuk memberikan tingkat pelayanan tinggi terhadap arus yang masuk dari luar Kota Surabaya, sedangkan jalur sebelah timur hanya memiliki tiga lajur yang merupakan jalan utama mengarah ke Kota Malang (Gambar 3 dan Gambar 4).

Gambar 5 merupakan salah satu contoh kondisi geometrik persimpangan jalan yang terdapat di ruas Jalan Ahmad Yani berbelok ke arah Jalan Gayung Kebonsari Raya.

Berdasarkan hasil analisis terhadap 348 pengendara mobil di Kota Surabaya di dapatkan bahwa mayoritas memiliki kriteria jenis kelamin laki-laki dengan persentase sebesar 59.8%, 40% untuk kelompok usia di bawah 25 tahun, 54% untuk kelompok pendidikan terakhir di perguruan tinggi, 52% untuk kelompok pekerjaan karyawan swasta, 41% untuk kelompok penghasilan Rp 2.500.001-Rp 5.000.000, 78% untuk status kepemilikan mobil milik sendiri, 57% untuk kelompok jumlah kepemilikan mobil 1 buah, dan 62% untuk kelompok ukuran rumah tangga lebih dari 3 orang.

Dari seluruh analisis tabulasi silang pada sub aspek sosial ekonomi (Tabel 5), didapatkan hasil yang menyatakan bahwa seluruh sub-aspek memiliki

Tabel 5. Tingkat Signifikansi Aspek Sosial Ekonomi terhadap Pengalaman Kecelakaan

No	Notasi	Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
1	X _{1.1}	Jenis Kelamin	0,037	Signifikan
2	X _{1.2}	Usia	0,031	Signifikan
3	X _{1.3}	Pendidikan Terakhir	0,037	Signifikan
4	X _{1.4}	Pekerjaan	0,016	Signifikan
5	X _{1.5}	Penghasilan	0,019	Signifikan
6	X _{1.6}	Status Kepemilikan Mobil	0,021	Signifikan
7	X _{1.7}	Jumlah Mobil	0,029	Signifikan
8	X _{1.8}	Ukuran rumah tangga	0,015	Signifikan

Sumber: Hasil Analisis, 2019

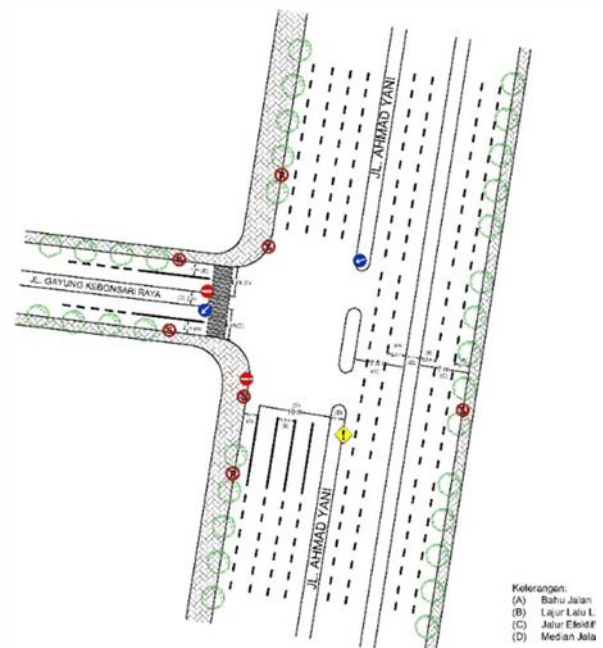
pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya kecelakaan mobil di Kota Surabaya.

Berdasarkan hasil analisis terhadap 348 responden pengendara mobil di Kota Surabaya di dapatkan mayoritas memiliki kriteria maksud tujuan pergerakan bekerja/sekolah/kuliah dengan persentase sebesar 59%, 57% untuk kelompok pengendara mobil dengan jarak tempuh 5-10 km, 61% untuk kelompok pengendara mobil dengan



Sumber: Hasil Analisis, 2019

Gambar 4. Jalan Ahmad Yani



Sumber: Hasil Analisis, 2019

Gambar 5. Karakteristik Geometrik Persimpangan Jalan Ahmad Yani - Gayung Kebonsari Raya

Tabel 6. Tingkat Signifikansi Aspek Pergerakan terhadap Pengalaman Kecelakaan

No	Notasi	Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
1	X _{2.1}	Maksud Tujuan Pergerakan	0,026	Signifikan
2	X _{2.2}	Jarak Tempuh	0,025	Signifikan
3	X _{2.3}	Waktu Tempuh	0,023	Signifikan
4	X _{2.4}	Waktu Memulai Pergerakan	0,018	Signifikan
5	X _{2.5}	Intensitas Penggunaan Mobil	0,015	Signifikan

waktu tempuh 15-30 menit, 67% untuk kelompok pengendara mobil dengan waktu memulai pergerakan pukul 05.00 – 08.59, dan 45% untuk kelompok pengendara mobil dengan intensitas penggunaan mobil rutin (5-7 hari) dan sedang (3-4 hari).

Dari seluruh analisis tabulasi silang pada sub-aspek pergerakan (Tabel 6), diketahui bahwa seluruh sub-aspek memiliki pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya kecelakaan mobil di Kota Surabaya.

Berdasarkan hasil analisis terhadap 348 responden pengendara mobil di Kota Surabaya, didapatkan bahwa mayoritas memiliki perilaku dengan persentase sebesar 48% pengendara yang mengikuti kursus mengemudi, 71% pengendara yang memiliki pengalaman mengendarai lebih dari dua tahun, 71% pengendara yang mengetahui fungsi marka dan rambu lalu lintas, 58% pengendara yang mengetahui dan memeriksa kondisi mesin mobil, 49% pengendara yang memiliki kemampuan

perawatan atau perbaikan mobil, 49% pengendara yang membawa surat berkendara (SIM dan STNK), 59% pengendara yang memiliki kecepatan rata-rata di atas 80 km/jam, 55% pengendara yang menggunakan *handphone* atau *headset* saat mengendarai, 60% pengendara yang makan atau minum saat mengendarai, 65% pengendara yang mematuhi lampu lalu lintas, 70% pengendara yang menggunakan tanda berbelok atau darurat, 66% pengendara yang menggunakan sabuk pengaman, 29% pengendara yang mengantuk saat mengendarai, dan 36% pengendara yang bersenda gurau saat mengendarai (Tabel 7).

Dari seluruh analisis tabulasi silang pada sub-aspek perilaku (Tabel 7), didapatkan hasil bahwa hanya enam sub-aspek perilaku yang memiliki pengaruh signifikan terjadinya kecelakaan mobil di Kota Surabaya.

Model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik jalan yang dapat dibentuk adalah $MCA = e^{4,5 - 0,707 \text{ Lebar badan jalan}}$, di mana MCA adalah jumlah kecelakaan mobil dan lebar badan jalan adalah lebar badan jalan dalam meter.

Hasil permodelan peluang di atas menunjukkan lebar badan jalan mempengaruhi jumlah kecelakaan mobil. Interpretasi dari model tersebut adalah bahwa jika lebar badan jalan memiliki peningkatan 10% dari lebar badan jalan sebelumnya, maka model pendekatan dengan GLM memprediksi akan terjadi peningkatan jumlah kecelakaan mobil sebanyak 84 korban. Permodelan peluang kecelakaan pada penelitian ini diawali dengan melakukan uji validitas. Variabel yang sudah dinyatakan valid dan konsisten akan dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu

Tabel 7. Tingkat Signifikansi Aspek Perilaku terhadap Pengalaman Kecelakaan

No	Notasi	Variabel	<i>p-value</i>	Keterangan
1	X _{3.1}	Mengikuti Kursus Mengemudi	0,954	Tidak Signifikan
2	X _{3.2}	Pengalaman Mengendarai Lebih dari 2 Tahun	0,835	Tidak Signifikan
3	X _{3.3}	Mengetahui Fungsi Marka & Rambu Lalu Lintas	0,711	Tidak Signifikan
4	X _{3.4}	Mengetahui dan Memeriksa Kondisi Mesin	0,414	Tidak Signifikan
5	X _{3.5}	Memiliki Kemampuan Perawatan atau Perbaikan Mobil	0,992	Tidak Signifikan
6	X _{3.6}	Membawa Surat Berkendara (SIM dan STNK)	0,000	Signifikan
7	X _{3.7}	Kecepatan Rata-Rata > 80 km/jam	0,034	Signifikan
8	X _{3.8}	Menggunakan <i>Handphone</i> atau <i>Headset</i> saat Mengendarai	0,078	Tidak Signifikan
9	X _{3.9}	Makan atau Minum saat Mengendarai	0,103	Tidak Signifikan
10	X _{3.10}	Mematuhi Lampu Lalu Lintas	0,000	Signifikan
11	X _{3.11}	Menggunakan Tanda Berbelok atau Darurat	0,000	Signifikan
12	X _{3.12}	Menggunakan Sabuk Pengaman	0,000	Signifikan
13	X _{3.13}	Mengantuk saat Mengendarai	0,000	Signifikan
14	X _{3.14}	Bersenda Gurau saat Mengendarai	0,548	Tidak Signifikan

Sumber: Hasil Analisis, 2019

dimasukkan ke dalam persamaan Regresi Logistik Biner dan didapatkan hasil permodelan pada masing-masing ruas jalan adalah: Jalan Ahmad Yani yaitu $Y_{Jl. Ahmad Yani} = (3,021 - 1,845(X_{3,6}) - 2,976(X_{3,10})$

$$- 3,516(X_{3,12}) - 3,289(X_{3,13})).$$

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno yaitu

$$Y_{Jl. Dr. Ir. H. Soekarno} = (1,712 - 2,012(X_{3,11}) - 2,377(X_{3,12})).$$

Jalan Raya Darmo yaitu

$$Y_{Jl. Raya Darmo} = (0,851 + 2,960(X_{3,2}) - 2,728(X_{3,6})).$$

Jalan Raya Diponegoro yaitu

$$Y_{Jl. Raya Diponegoro} = (3,202 - 3,811(X_{3,10}) - 3,683(X_{3,12})).$$

Jalan Raya Mastrip yaitu

$$Y_{Jl. Raya Mastrip} = (1,856 - 2,551(X_{3,10}) - 3,328(X_{3,12}) - 3,343(X_{3,13})).$$

Jalan Tambak Osowilangun yaitu

$$Y_{Jl. Tambak Osowi} = (3,556 - 3,549(X_{3,10}) - 3,323(X_{3,12})).$$

Permodelan kecelakaan mobil di Kota Surabaya adalah dengan menggabungkan hasil permodelan dari kedelapan ruas jalan wilayah studi yaitu Jalan Ahmad Yani, Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Jalan Darmo, Jalan Diponegoro, Jalan Mastrip, dan Jalan Tambak Osowilangun. Berikut hasil penggabungan model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik pengendara:

$$Y_{Kota Surabaya} = (1,743 - 1,081(X_{3,6}) - 1,341(X_{3,10}) - 2,446(X_{3,11}) - 2,339(X_{3,12}) - 1,304(X_{3,13}))$$

Di mana, Y: berupa nilai kejadian kecelakaan mobil, $X_{3,6}$: Membawa surat berkendara (SIM dan STNK), $X_{3,10}$: Mematuhi lampu lalu lintas, $X_{3,11}$: Memberi tanda berbelok/darurat, $X_{3,12}$: Menggunakan sabuk pengaman, $X_{3,13}$: Mengantuk saat mengendarai.

Dari persamaan yang telah terbentuk di atas, maka permodelan dapat diinterpretasikan bahwa konstantanya adalah sebesar 1,743. Artinya, jika variabel perilaku pengendara yang berpengaruh pada permodelan nilainya konstan atau diabaikan, maka dapat diartikan bahwa terdapat 1 pengendara mobil yang mengalami kecelakaan di Kota Surabaya. Koefisien regresi variabel membawa surat berkendara (SIM dan STNK) ($X_{3,6}$) adalah sebesar -1,081. Artinya, jika pengendara memiliki perilaku membawa surat berkendara (SIM dan STNK), maka pengendara tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif (-). Koefisien regresi variabel mematuhi lampu lalu lintas ($X_{3,10}$) adalah sebesar -1,341. Artinya, jika pengendara mematuhi lampu lalu lintas, maka pengendara

tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif (-). Koefisien regresi variabel memberi tanda berbelok/darurat ($X_{3,11}$) adalah sebesar -2,446. Artinya, jika pengendara memiliki perilaku memberi tanda berbelok/darurat, maka pengendara tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif (-). Koefisien regresi variabel menggunakan sabuk pengaman ($X_{3,12}$) adalah sebesar -2,339. Artinya, jika pengendara memiliki perilaku menggunakan sabuk pengaman, maka pengendara tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif (-). Koefisien regresi variabel mengantuk saat mengendarai ($X_{3,13}$) adalah sebesar -1,304. Artinya, jika pengendara memiliki perilaku mengantuk saat mengendarai, maka pengendara tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif (-).

Perhitungan simulasi peluang penurunan kecelakaan mobil dilakukan setelah didapatkan hasil dari permodelan peluang kecelakaan pengendara mobil di Kota Surabaya. Perhitungan simulasi ini bertujuan untuk melihat apakah hasil permodelan yang didapatkan telah sesuai dengan kondisi saat ini serta memprediksi kondisi terbaik untuk menurunkan tingkat kecelakaan di Kota Surabaya. Simulasi permodelan ini hanya dilakukan pada model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik jalan. Perhitungan model dilakukan dengan memasukkan jumlah pengendara yang memilih variabel yang signifikan pada permodelan kecelakaan mobil di Kota Surabaya yaitu membawa surat berkendara (SIM dan STNK) ($X_{3,6}$), mematuhi lampu lalu lintas ($X_{3,10}$), memberi tanda berbelok/darurat ($X_{3,11}$), menggunakan sabuk pengaman ($X_{3,12}$), dan mengantuk ($X_{3,13}$).

Terdapat 176 pengendara yang memilih jawaban tidak membawa surat berkendara (SIM dan STNK) dan sisanya ada 172 pengendara yang membawa surat berkendara (SIM dan STNK) ($X_{3,6}$). 121 pengendara memilih jawaban tidak mematuhi lampu lalu lintas dan sisanya ada 227 pengendara yang mematuhi lampu lalu lintas ($X_{3,10}$). 104 pengendara memilih jawaban tidak memberi tanda berbelok/darurat dan sisanya ada 244 pengendara yang memberi tanda berbelok/darurat ($X_{3,11}$). 120 pengendara memilih jawaban tidak menggunakan sabuk pengaman dan sisanya ada 228 pengendara yang menggunakan sabuk pengaman ($X_{3,12}$). 100 pengendara memilih jawaban tidak mengantuk dan sisanya ada 248 pengendara yang mengantuk ($X_{3,13}$).

$$Y_{Kota Surabaya} = (1,743 - 1,081(X_{3,6}) - 1,341(X_{3,10}) - 2,446(X_{3,11}) - 2,339(X_{3,12}) - 1,304(X_{3,13}))$$

$$Y_{Kota Surabaya} = (1,743 - 1,081(2) - 1,341(2) - 2,446(2) - 2,339(2) - 1,304(2)).$$

$$Y_{\text{Kota Surabaya}} = -15,279.$$

Nilai permodelan Y Kota Surabaya = $-15,279 \approx -15$, yang berarti terdapat penurunan 15 pengendara mobil yang tidak mengalami kecelakaan mobil di Kota Surabaya. Sementara itu, untuk Y aktual pengendara yang tidak mengalami kecelakaan mobil di Kota Surabaya adalah 136 pengendara mobil. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan rumus peluang regresi logistik berdasarkan permodelan kecelakaan mobil yang telah dihasilkan di Kota Surabaya adalah

$$P(i) = \frac{1}{1+e^{-(Y)}} = \frac{1}{1+(e^{-Y_{\text{Kota Surabaya}}})} = \frac{1}{1+(e^{-15,279})} = 99,99\%.$$

Berdasarkan hasil perhitungan simulasi dapat diketahui bahwa peluang tidak mengalami kecelakaan pada pengendara mobil di Kota Surabaya berdasarkan variabel-variabel yang berpengaruh pada permodelan adalah sebesar 99.99%.

4. Kesimpulan

Terdapat enam ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan mobil dengan klasifikasi tertinggi dan sedang yaitu pada Jalan Ahmad Yani, Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, Jalan Raya Darmo, Jalan Raya Diponegoro, Jalan Raya Mastrip, dan Jalan Raya Tambak Osowilangun. Rata-rata fungsi jalan tersebut tergolong jalan arteri dan kolektor.

Berdasarkan hasil analisis tabulasi silang (*crosstabs*) didapatkan hasil sebagai berikut: (a) Aspek sosial ekonomi yang memiliki pengaruh signifikan terjadinya kecelakaan mobil meliputi jenis kelamin, usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, penghasilan, status kepemilikan mobil, jumlah kepemilikan mobil, dan ukuran rumah tangga. (b) Aspek pergerakan yang memiliki pengaruh signifikan terjadinya kecelakaan mobil meliputi maksud tujuan pergerakan, jarak tempuh, waktu tempuh, waktu memulai pergerakan, dan intensitas penggunaan mobil. (c) Aspek perilaku yang memiliki pengaruh signifikan terjadinya kecelakaan mobil meliputi membawa surat berkendara (SIM dan STNK), kecepatan rata-rata > 80 km/jam, mematuhi lampu lalu lintas, menggunakan tanda berbelok atau darurat, menggunakan sabuk pengaman, dan mengantuk saat mengendarai.

Dari hasil analisis *Generalized Linear Model* didapatkan hasil model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik jalan sebagai berikut: $McA = e^{4,5 - 0,707 \text{ Lebar badan jalan}}$, di mana: McA adalah Jumlah kecelakaan mobil, lebar badan jalan adalah lebar badan jalan dalam meter. Hasil permodelan peluang ini menunjukkan bahwa hanya lebar badan jalan yang mempengaruhi jumlah kecelakaan mobil di Kota Surabaya. Dapat diinterpretasikan bahwa jika lebar badan jalan memiliki peningkatan 10% dari lebar badan jalan sebelumnya, maka model

pendekatan dengan GLM memprediksi akan terjadi peningkatan jumlah kecelakaan mobil sebanyak 84 korban. Dari hasil analisis regresi logistik biner didapatkan hasil model peluang kecelakaan mobil berdasarkan karakteristik pengendara sebagai berikut: $Y = (1,743 - 1,081(t_{3.6}) - 1,341(t_{3.10}) - 2,446(t_{3.11}) - 2,339(t_{3.12}) - 1,304(t_{3.13}))$ di mana Y adalah nilai kejadian kecelakaan mobil. $X_{3.6}$ adalah membawa surat berkendara (SIM dan STNK). Artinya, jika pengendara memiliki perilaku membawa surat berkendara (SIM dan STNK), maka pengendara tersebut berpengaruh dalam menurunkan tingkat kecelakaan karena dianggap sudah disiplin dalam aturan berkendara dan dikarenakan memiliki nilai koefisien variabel negatif. $X_{3.10}$ adalah mematuhi lampu lalu lintas. $X_{3.11}$ adalah memberi tanda berbelok/darurat. $X_{3.12}$ adalah menggunakan sabuk pengaman, dan $X_{3.13}$ adalah mengantuk saat mengendarai.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua anggota penelitian yang terlibat dalam penelitian pemodelan kecelakaan pengendara mobil di Kota Surabaya. Juga kepada tim laboratorium EHS Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas kerjasamanya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Brawijaya atas hibah penelitian unggulan yang diberikan kepada penulis.

Daftar Pustaka

- [1] I. W. Agustin, "Analysis of Car Accident at the Location of Black-Spot and Rating for Accident-Prone Roads in Surabaya," 2019, .
- [2] S. Damiani, E. Deregibus, and L. Andreone, "Driver-vehicle interfaces and interaction: Where are they going?," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2009, .
- [3] G. Yannis, E. Papadimitriou, A. Chaziris, and J. Broughton, "Modeling road accident injury under-reporting in Europe," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2014, .
- [4] M. Wiethoff *et al.*, "A methodology for improving road safety by novel infrastructural and invehicle technology combinations," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2012, .
- [5] C. Antoniou, "A stated-preference study of the willingness-to-pay to reduce traffic risk in urban vs. rural roads," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2014, .
- [6] F. Russo and A. Comi, "From the analysis of European accident data to safety assessment for planning: the role of good vehicles in urban area," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2017, .
- [7] G. Yannis, G. Louca, S. Vardaki, and G. Kanellaidis, "Why do drivers exceed speed limits," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2013, .
- [8] O. Benderius, G. Markkula, K. Wolff, and M. Wahde, "Driver behaviour in unexpected critical events and in repeated exposures – A comparison," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2014, .

- [9] V. Kureckova, V. Gabrhel, P. Zamecnik, P. Rezac, A. Zaoral, and J. Hobl, "First aid as an important traffic safety factor – evaluation of the experience-based training," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2017, .
- [10] Aloisius de Rozari and Yudi Hari Wibowo, "Faktor-faktor Yang Menyebabkan Kemacetan Lalu Lintas di Jalan Utama Kota Surabaya," *J. Penelit. Adm. Publik*, 2015, .
- [11] Badan Pusat Statistik Surabaya, "Kota Surabaya Dalam Angka Tahun 2016," *Badan Pusat Statistik Surabaya*, 2017.
- [12] Polantas Kota Surabaya, "Data Kepolisian Kecelakaan Lalu Lintas." Polantas Surabaya, Surabaya, 2017.
- [13] T. Permanawati, H. Sulistio, and A. Wicaksono, "Model Peluang Kecelakaan Sepeda Motor Berdasarkan Karakteristik Pengendara (Studi Kasus: Surabaya, Malang dan Sragen)," *J. Rekayasa Sipil*, 2010.
- [14] Kementerian Perhubungan, "Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan," *Kementerian Perhubungan*, 2009. https://peraturan.go.id/peraturan/index-lembaran-negara.html?LembaranNegaraSearch%5Bjenis_peraturan_id%5D=&LembaranNegaraSearch%5Bnomor%5D=22&LembaranNegaraSearch%5Btahun%5D=2009&LembaranNegaraSearch%5Btentang%5D=.
- [15] E. Wiranto, A. Setyawan, and A. Sumarsono, "EVALUASI TINGKAT KERAWANAN KECELAKAAN PADA RUAS JALAN BOYOLALI - AMPEL KM 29+000 - 34+000," *Matriks Tek. Sipil*, vol. Volume 2 N, no. 2, 2014.
- [16] Hermawan, S. Agung, Haryadi, Bambang, Kushardjoko, and Wahyudi, "Hubungan Uji Berkala Kendaraan Bermotor Dengan Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Cirebon," Universitas Diponegoro, 2013.
- [17] A. Zanuardi and H. Suprayitno, "Analisa Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Ahmad Yani Surabaya melalui Pendekatan Knowledge Discovery in Database," *J. Manajemen Aset Infrastruktur Fasilitas*, 2018, .
- [18] I. Arfan and W. Wulandari, "Studi Epidemiologi Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Pontianak," *J. Vokasi Kesehatan*, 2018, .
- [19] M. Azizirrahman, E. Normelani, and D. Arisanty, "Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas Pada Daerah Rawan Kecelakaan di Kecamatan Banjarmasin Tengah Kota Banjarmasin," *J. Pendidik. Geogr.*, vol. 2 Nomor 3, 2015.
- [20] I. Benny Gede, D. Arta, and E. Saraswati, "Kajian Spasial Tingkat Kerawanan Kecelakaan Lalu Lintas di Sebagian Ruas Jalan Kota Denpasar," *J. Bumi Indones.*, vol. 6 Nmor 2, 2017.
- [21] N. Zuriah, *Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan (Teori - Aplikasi)*. Jakarta: Bumi Aksara, 2006.
- [22] A. Suraji, N. Tjahjono, and Widodo, "Analisis Faktor Kendaraan Sepeda Motor terhadap Kecelakaan Lalu Lintas." 2010.
- [23] A. E. Sujianto, *Analisis Statistik dengan SPSS 16.0. Jakarta*. Jakarta: Prestasi Pustaka, 2009.