

BAB V

ANALISIS DATA

5.1. MODEL GLIM4

Generalized Linear Modeling digunakan untuk menentukan koefisien model dan kualitas kesesuaian statistik terhadap data keselamatan. Teknik Generalized Linear Modeling menggunakan prinsip-prinsip maximum-likelihood pada model distribusi dari residual errors. Distribusi ini adalah bukan tipikal dari normal ataupun constant variance, sebagaimana asumsi regresi least-squares tradisional digunakan. Sebagai hasilnya, teknik regresi GLIM dapat menghasilkan koefisien variable yang tidak menyimpang dengan standar error seminimal mungkin.

Pengembangan model berkaitan dengan kecelakaan lalu lintas dan volume telah dibahas dalam beberapa studi. Secara umum, terdapat dua pilihan utama untuk melakukan estimasi parameter-parameter dari model : pendekatan konvensional regresi linier yang menggunakan struktur error dari distribusi normal. Dan pendekatan generalized linear modeling (GLIM) yang menggunakan struktur nonnormal error (biasanya dengan metode Poisson atau negative binomial). Meskipun sebagian peneliti telah menunjukkan bahwa distribusi properti dalam model konvensional regresi linier kurang mampu menggambarkan kejadian secara random, discrete, nonnegative dan khususnya kejadian seporadis, yang merupakan karakteristik dari kecelakaan lalu lintas. GLIM memiliki keunggulan dalam mengatasi masalah yang dihadapi oleh model konvensional regresi linier.

Pendekatan GLIM : bahwa struktur error dianggap sebagai Poisson atau negative binomial. Keuntungan utama dari struktur error Poisson adalah kesederhanaan dari penghitungan (nilai mean dan variance adalah sama). Tetapi keuntungan ini juga sebuah keterbatasan. Sebagaimana dibuktikan bahwa sebagian besar data kecelakaan mungkin terlalu menyebar (nilai variance lebih besar daripada mean), yang mengindikasikan bahwa distribusi negative binomial biasanya menjadi asumsi yang lebih realistis.

Aplikasi dari GLIM dalam model kecelakaan lalu lintas pada dekade terakhir menunjukkan bahwa bentuk persamaan yang sederhana dari kumpulan variabel

eksplanatori memberikan hasil yang memuaskan, sehingga bentuk persamaan yang kompleks tidak diperlukan (Taylor et al., 2000). Persamaan tersebut dapat berupa :

$$\text{Persamaan pangkat} \dots\dots\dots X^a$$

$$\text{Persamaan eksponensial} \dots\dots\dots e^{\beta Y}$$

dimana X dan Y adalah variabel eksplanatori.

Sehingga apabila FK adalah frekuensi kecelakaan lalu lintas yang akan diprediksi, serta X_i dan Y_j adalah variabel-variabel eksplanatori ($i = 1,2,3,\dots;$ $j = 1,2,3,\dots$), maka persamaan kecelakaan lalu lintas adalah sebagai berikut :

$$FK = k X_1^{\alpha_1} \times X_2^{\alpha_2} \times \dots \times \exp(\beta_1 Y_1) \times \exp(\beta_2 Y_2) \times \dots$$

atau

$$\ln(FK) = \ln k + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \dots + \beta_1 Y_1 + \beta_2 Y_2 + \dots$$

Persamaan multiplikatif dapat dirangkum sebagai berikut :

$$FK = k \text{ (kecepatan) (arus) (geometri) (lingkungan) (lain-lain) (residual)}$$

dimana :

- FK = Perkiraan frekuensi kecelakaan lalu lintas
- k = Konstanta regresi
- Kecepatan = Kumpulan variabel kecepatan (antara lain : rata-rata, maksimum, minimum)
- Flow = Kumpulan variabel arus lalu lintas (antara lain : volume, kepadatan)
- Geometri = Kumpulan variabel geometri jalan (antara lain : lebar lajur, lajur dan bahu jalan)
- Lingkungan = Kumpulan variabel lingkungan (antara lain : cuaca, waktu kejadian kecelakaan lalu lintas)
- Lain-lain = Kumpulan variabel lain-lain (antara lain : karakteristik pengemudi dan kendaraan)
- Residual = Error term dari persamaan regresi.

Dalam Studi ini, paramater kecelakaan yang akan dibuktikan adalah :

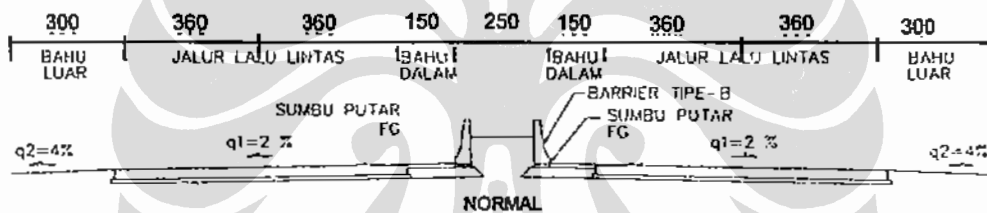
1. Jumlah kecelakaan per kilometer (*Accident/ACC*)

2. Jenis Kecelakaan yang dibagi menjadi dua kategori yaitu kecelakaan tunggal (*Single-Vehicle Accident/SVA*) per kilometer dan kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan (*Multiple-Vehicle Accident/MVA*) per kilometer.

Sedangkan variabel geometrik dan lingkungan yang dinilai adalah :

1. Lalu lintas harian rata-rata per 100.000 kendaraan (LHR)
2. Lebar lajur (LJR) dalam meter
3. Lebar bahu dalam (BHD) dalam meter
4. Lebar bahu luar (BHL) dalam meter
5. Lebar median (MED) dalam meter

Dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 5.1 Potongan melintang jalan

Variabel geometrik lainnya dan lingkungan dalam bentuk dummy variabel adalah sebagai berikut :

1. Alinyemen vertikal (VER) = 1 jika terdapat tanjakan dan turunan yang tajam dengan tingkat kelandaian diatas 3 %, 0 untuk keadaan normal dengan tingkat kelandaian kurang dari sama dengan 3 %.
2. Alinyemen horizontal (HOR) = 1 jika terjadi tikungan yang tajam dan nilai kebebasan samping diatas 1,25 m, 0 untuk jalan lurus dengan nilai kebebasan samping minimal 0,5 m dan maksimal 1,25 m.
3. Kondisi cuaca (C) = 1 jika cuaca buruk (hujan lebat, hujan), 0 jika kondisi cerah, berawan (dan lainnya)

1. Kebutuhan Data Dasar

Data yang telah diperoleh direkap dan diproses dengan tahapan sebagai berikut :

c. Data Geometrik yang diperoleh meliputi :

- Lebar Lajur
- Lebar Median
- Lebar Bahu Dalam
- Lebar Bahu Luar
- Alinyemen Vertikal
- Alinyemen Horizontal

d. Data Lingkungan

- Tata Guna Lahan (Lingkungan Sekitar)
- Kondisi Cuaca

e. Data terkait dengan Kecelakaan

- Jumlah Kecelakaan
- Kejadian Kecelakaan
- Kendaraan Terlibat
- Fatalitas

f. Volume Lalu Lintas

Data-data tersebut direkap dengan menggunakan bantuan excel agar dapat diproses lebih lanjut.

5.2. PROSES MODEL GLIM4

Berikut ini adalah tahapan proses data dengan bantuan software GLIM4 :

- a. Data yang telah direkap dengan excel selanjutnya dibuat dalam bentuk Notepad file
- b. Instruksi dikeluarkan kepada system GLIM dengan alat direktif. Semua direktif terdiri dari nama direktif, kemungkinan disertai oleh 1 set item. Nama direktif dimulai dengan simbol direktif yang biasanya menggunakan dollar (\$). Jika semuanya lancar maka GLIM akan merespon.

- c. Selanjutnya kita menentukan panjang data atau jumlah data yang akan dimasukkan dengan simbol \$unit_jumlah data\$. GLIM menggunakan terminologi "unit" untuk menunjukkan ke kasus atau individual.
- d. Masukkan nama data dengan jumlah nama karakter tidak lebih dari 7 karakter contoh : \$data acc sva mva lhr ver hor ljr bhd bhl med c\$

Dengan penjelasan sebagai berikut :

Dual-2 Link Section Variables

Dependent Variables

Jumlah kejadian kecelakaan per km (ACC)

Jumlah Kecelakaan Tunggal per km (SVA)

Jumlah Kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan (MVA)

Explanatory Variables

Lalu lintas harian rata-rata per 100000 kendaraan (LHR)

Alinyemen Vertikal (VER)

Alinyemen Horizontal (HOR)

Lebar Lajur (LJR)

Lebar Bahu Dalam (BHD)

Lebar Bahu Luar (BHL)

Lebar Median (MED)

Kondisi cuaca (C)

- e. Jika langkah tersebut diatas lancer maka akan diminta nama file dengan format notepad, sebagai contoh file name ? gmtrk.txt
- f. Selanjutnya masukkan \$input% plc NEGBIN\$ (sesuai dengan permintaan, karena yang diminta merupakan negative binomial maka direktifnya adalah NEGBIN.
- g. Jika benar maka akan keluar suatu output dari software GLIM berupa pernyataan-pernyataan. Sebagai berikut :

[e] ! Author: John Hinde, MSOR Department, University of Exeter

[e] ! jph@msor.ex.ac.uk

[e] ! Version: 1.1 GLIM4 February 1996

[e] !

[e] ! Main Macros:

[e] ! NEGBIN Fits a negative binomial distribution for

[e] ! overdispersed count data. For details on the

[e] ! negative binomial distribution see Lawless (1987)

[e] ! Canadian J. of Stats, 15, 209-225.

[e] ! The overdispersion parameter theta can be fixed

[e] ! or estimated, using an inner loop embedded

[e] ! within the model fitting process. If the
[e] ! specified parameter value is zero, estimation
[e] ! is performed using either maximum likelihood (default),
[c] ! the expected value of the chi-squared statistic
[e] ! as in Breslow, N.E. (1984) Applied Statistics
[e] ! 33, p38-44, or the mean deviance.
[e] !
[e] ! Prior to using this macro the following model
[e] ! aspects need to be declared:
[e] !
[e] ! y-variate: use \$YVAR <yvariate>
[e] !
[e] ! model formulae: this will be taken from the last fit
[e] ! directive, or can be explicitly set using
[e] ! \$TERMS <model formula>
[e] !
[e] ! link function: set using \$LINK
[e] ! permissible values i, l, s
[e] !
[e] ! Formal arguments:
[e] ! theta (obligatory) scalar for negative binomial
[e] ! parameter estimate
[e] ! if theta=0 estimation is performed
[e] ! if theta/=0 used as fixed value in negative
[e] ! binomial fit
[e] ! method (optional) Scalar controlling estimation method when
[e] ! appropriate
[e] ! 1 = maximum likelihood (default if theta=0)
[e] ! 2 = mean chi-square estimation
[e] ! 3 = mean deviance estimation
[e] ! 4 = use fixed value of theta (default if theta/=0)
[e] ! tol (optional) Scalar specifies tolerance criterion to
[e] ! control convergence of iteration on theta.
[e] ! Defaults to 0.0001.
[e] ! If tol<=0 then convergence criterion is set to %cc,
[e] ! the system convergence criterion.
[e] !
[e] ! Output:
[e] ! Displays the negative binomial deviance, the degrees of freedom
[e] ! for the fitted regression model, the estimate of theta, its
[e] ! standard error when using maximum likelihood estimation,
[e] ! and values of the log-likelihood. The deviance provides a
[e] ! goodness-of-fit measure for a negative binomial
[e] ! distribution with the current value of theta.
[e] ! When theta is fixed deviance differences can be used to
[e] ! assess the importance of model terms.

```
[e] ! To compare models with different values of theta the
[e] ! log-likelihood must be used.
[e] ! In particular, this applies for comparisons with
[e] ! the standard Poisson model (theta=infinity)
[e] ! The log-likelihoods are those for the negative binomial
[e] ! distribution, the full version including the y! terms.
[e] !
[e] ! Side Effects:
[e] ! On exit from the macro the model is still defined with
[e] ! a negative binomial variance function. Submodels can then
[e] ! be fitted directly with $FIT directives. This will work
[e] ! fine following a fixed parameter fit, but should be
[e] ! used with caution if theta was estimated - use of $RECYCLE
[e] ! could help things in this case.
[e] !
[e] ! Example of use:
[e] ! $yvar y $link l $terms ll$
[e] ! $number theta=0 $
[e] ! $use negbin theta$
[e] !
[e] ! NB_OUT Can be used after subsequent $FIT directives to obtain
[e] ! output given by NEGBIN, i.e. the estimate of theta, its
[e] ! standard error for maximum likelihood fits and the
[e] ! log-likelihood values.
[e] !
[e] ! Formal arguments:
[e] ! theta (obligatory) scalar for negative binomial
[e] ! parameter estimate
[e] !
[e] ! Example of use:
[e] ! $yvar y $link l $terms ll$
[e] ! $number theta=0 $
[e] ! $use negbin theta$
[e] ! $recy $fit -ll$
[e] ! $use nb_out$
[e] !
[e] ! To delete macros and global variables, type
[e] ! $delete #d_negbin d_negbin $
```

- h. Tahap berikutnya adalah memasukkan direktif yang merupakan variabel bebasnya
\$yvar acc\$ → \$link log\$
- i. Masukkan number theta = 0, \$number theta=0\$

- j. Masukkan semua direktif yang diinginkan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan kecelakaan dengan direktif yang diinginkan dalam hal ini adalah geometric jalan dan lingkungan :

$\$fit +lhr+ver+hor+ljr+bhd+bhl+med+c\$$

- k. Masukkan $\$number\ theta=0\$$

- l. $\$use\ negbin\ theta\$$

- m. Dan untuk melihat hasilnya $\$display\ e\$$, sehingga didapat hasil seperti contoh dibawah ini :

[o]		estimate	s.e.	parameter
[o]	1	1.369	0.9374	I
[o]	2	0.7854	0.3782	LHR
[o]	3	0.9843	0.08365	VER
[o]	4	0.1926	0.0947	HOR
[o]	5	-1.0983	1.1433	LJR
[o]	6	0.7926	0.0947	BHD
[o]	7	0.000	aliased	BHL
[o]	8	0.1287	0.0947	MED
[o]	9	0.00826	0.00423	C
[o]	scale parameter 1.000			

- n. Selanjutnya untuk melihat significant tidaknya besar pengaruh tiap variabel terhadap variabel dependent seperti jumlah kecelakaan (ACC), SVA dan MVA dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

$\$fit -c\$$, $\$fit -med\$$, $\$fit -bhl\$$ dan sebagainya sesuai dengan variabel yang diinginkan.

- o. Significant tidaknya terlihat pada hasil dari perintah tersebut diatas dengan batasan perubahan scale deviance lebih besar sama dengan dari 3,84. Angka ini merupakan angka dari tabel distribusi χ^2 (chisquare).

[i] ? $\$fit -bhd\$$

[o] scaled deviance = 160.30 (change = +24.80) at cycle 4 → *significant*

[o] residual df = 127 (change = +1)

Berikut ini adalah hasil proses output GLIM yang telah direkap dengan bantuan excel yang menyatakan significant tidaknya tiap variabel jalan dan lingkungan terhadap jumlah kecelakaan dan jumlah kejadian kecelakaan tunggal serta jumlah kejadian kecelakaan dengan melibatkan lebih dari satu kendaraan :

Tabel 5.1 Hasil Analisa Deviance dengan Semua Perkiraan dari Model yang Maksimal untuk Tiap Variabel

ACC					
variabel	estimate	s.e.	t-value	devianced	
LHR	0.7854	0.3782	2.076679	28.25	Significant
VER	0.9843	0.08365	11.76689	42.084	Significant
HOR	0.1926	0.0947	2.033791	3.394	
LJR	-1.0983	1.1433	-0.96064	0.004108	
BHD	0.7926	0.0947	8.369588	24.8	Significant
BHL	0.0000	aliased			
MED	0.1287	0.0947	1.359029	1.25	
C	0.00826	0.00423	1.952719	1.345	

SVA					
Variabel	estimate	s.e.	t-value	devianced	
LHR	2.734	0.7953	3.4377	9.985	Significant
VER	0.1085	0.01533	7.0776	1.293	
HOR	0.09524	0.0726	1.3118	0.0842	
LJR	-2.972	1.076	-2.7621	0.000205	
BHD	2.045	0.9735	2.1007	10.69	Significant
BHL	0.0000	aliased			
MED	0.9620	0.6638	1.4492	1.036	
C	0.002425	0.001064	2.2791	0.2936	

MVA					
variabel	estimate	s.e.	t-value	devianced	
LHR	1.6380	0.3784	4.3288	6.296	Significant
VER	0.9253	0.7954	1.1633	1.368	
HOR	0.04528	0.02137	2.1189	0.661	
LJR	1.738	0.9353	1.8582	0.00469	
BHD	0.0000	aliased			
BHL	1.648	0.3735	4.4123	3.902	Significant
MED	0.7493	0.2846	2.6328	0.853	
C	0.05474	0.03036	1.80303	4.783	Significant

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa diatas maka didapat model persamaan terhadap variabel yang dianggap signifikan sebagai berikut :

1. parameter jumlah kecelakaan :

$$ACC = 1,369 LHR^{0,7854} \times \exp^{0,9843VER} \times \exp^{0,7926BHD}$$

2. paramater kecelakaan tunggal (*Single-Vehicle Accident/SVA*)

$$SVA = 1,862 LHR^{2,734} \times \exp^{2,045BHD}$$

3. kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan (*Multiple-Vehicle Accident/MVA*)

$$MVA = 0,8642 \text{ LHR}^{1,6380} \times \exp^{1,648\text{BHL}} \times \exp^{0,05474\text{C}}$$

Uji statistik yang digunakan untuk menguji apakah hasil simulasi yang dihasilkan mempunyai perbedaan yang cukup signifikan yaitu dengan menggunakan tes Chi-Square (χ^2) antara mean hasil model dengan mean hasil observasi. Perhitungan berdasarkan rumus sebagai berikut : (Sudjana, 1996)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2 \quad (5.1)$$

Keterangan : χ^2 = *Chi-Square*
 O_i = data hasil observasi
 E_i = data hasil model

Prosedur pengujian :

H_0 : hasil survei (O_i) \neq hasil model (E_i)

H_1 : hasil survei (O_i) = hasil model (E_i)

Kriteria uji yang digunakan:

H_1 diterima jika : χ^2 hasil hitungan $\leq \chi^2$ hasil tabel *chi-square*

H_0 ditolak jika : χ^2 hasil hitungan $> \chi^2$ hasil tabel *chi-square*

Perbedaan di dalam deviance scaled antara dua model dengan derajat-derajat kebebasan $df1$ dan $df2$ akan mengikuti suatu distribusi chi-squared dengan ($df1-df2$) derajat-derajat kebebasan. Oleh karena itu, untuk penambahan satu variabel, suatu pengurangan dari deviance scaled diperlukan sedikitnya 3.84 untuk arti statistik di 5% tingkatan.

Tingkat signifikan yang digunakan adalah 95%, dengan $ACC = 1,369 \text{ LHR}^{0,7854} \times \exp^{0,9843 \text{ VER}} \times \exp^{0,7926 \text{ BH}}$ dengan tingkat kepercayaan 95 % didapat nilai $\chi^2 = 5,922$ dan χ^2 tabel = 3,841 sehingga χ^2 hitung > χ^2 tabel, jadi kesimpulan yang diambil adalah H_0 ditolak, dengan kata lain secara statistik hasil model tersebut dapat diterima secara signifikan. demikian juga halnya untuk $SVA = 1,862 \text{ LHR}^{2,734} \times \exp^{2,045 \text{ BH}}$ dengan tingkat kepercayaan 95 % didapat nilai $\chi^2 = 4,055$ dan χ^2 tabel = 3,841 sehingga χ^2 hitung > χ^2 tabel, dan kesimpulan adalah H_0 ditolak. Untuk $MVA = 0,8642 \text{ LHR}^{1,6380} \times \exp^{1,648 \text{ BHL}} \times \exp^{0,05474 \text{ C}}$ didapat nilai $\chi^2 = 5,317$ dan χ^2 tabel = 3,841 sehingga χ^2 hitung > χ^2 tabel. Dari ketiga persamaan diatas jelas bahwa secara statistik hasil model tersebut dapat diterima secara signifikan.

5.2.1 Penilaian Terhadap Tiap Variabel Individu

Variabel : Volume Lalu Lintas (LHR)

Dari table 5.2 menunjukkan bahwa volume lalu lintas (LHR) sangat significant baik terhadap jumlah kecelakaan yang terjadi (ACC), jumlah kejadian kecelakaan tunggal (SVA) dan jumlah kejadian yang melibatkan lebih dari satu kendaraan (MVA) hal ini semakin menguatkan dugaan bahwa semakin banyak jumlah kendaraan maka kecelakaan akan semakin meningkat.

Variabel : Alinyemen Vertikal (VER)

Variabel ini terhadap jumlah kecelakaan sangat berpengaruh hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi posisi maka semakin meningkat pula jumlah kecelakaan yang terjadi.

Variabel : Alinyemen Horizontal (HOR)

Dari tabel 5.2, HOR menjadi tidak signifikan pada jumlah kecelakaan, hal ini dikarenakan kemungkinan pengemudi menjadi lebih hati-hati dalam mengendarai ketika tahu akan ada tikungan.

Variabel : Lebar Lajur (LJR)

Dari data diatas lebar lajur tidak signifikan baik terhadap jumlah kecelakaan, SVA maupun MVA, hal ini dikarenakan asumsi dengan sedikitnya jumlah lajur maka pengemudi akan lebih berfikir untuk menyusul kendaraan yang ada didepannya karena ruang gerak pengemudi sempit.

Variabel : Lebar Bahu Dalam (BHD)

Dari Tabel 5.2 diatas menunjukkan bahwa BHD signifikan untuk jumlah kecelakaan dan jumlah kejadian kecelakaan tunggal, hal ini sesuai dengan kondisi di Indonesia yang menyatakan bahwa jika ingin mendahului kendaraan yang berada didepannya harus melewati lajur sebelah kanan yang mana bersebelahan dengan bahu bagian dalam serta dimungkinkan dengan persepsi sikap perilaku pengemudi Indonesia yang tidak sabaran maka pengemudi mungkin saja memaksakan diri untuk melakukan suatu tindakan (mendahului kendaraan yang berada didepannya).

Variable: Lebar Bahu Luar (BHL)

Variabel bahu luar ditemukan signifikan terhadap jumlah kecelakaan dengan melibatkan lebih dari satu kendaraan (MVA) hal ini mungkin terjadi karena pengemudi melakukan suatu tindakan yang menyebabkan gangguan terhadap kendaraan lain dengan menyusu dari sebelah kiri ataupun kanan.

Variabel : Lebar Median (MED)

Untuk MED model yang berpengaruh hanya PDO dengan nilai pengaruh yang tidak terlalu besar, hal ini dikarenakan dengan lebar median yang cukup lebar (10 m) maka tingkat kecelakaan tidak banyak merusak property. Hal ini juga dapat diantisipasi dengan memasang pagar pengaman pada jalan tol dengan 2 lajur.

Variabel : Cuaca (C)

Pada tabel tersebut diatas cuaca berpengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan.

5.2.2 Penafsiran Hasil Kombinasi Variabel

Berikut ini merupakan hasil elastisitas pada tiap parameter terhadap variabel variabel jalan dan lingkungan yang signifikan :

Tabel 5.2. Ringkasan Elastisitas Variabel pada Frekwensi Kecelakaan

ACC							
parameter	estimate	s.e.	t-value	devianced	scale deviance	df	
LHR	0.7854	0.378	2.0767	28.25	165.25	127	Significant
VER	0.9843	0.084	11.7669	42.084	176.59	126	Significant
BHD	0.7926	0.095	8.3696	24.8	160.3	127	Significant

SVA							
parameter	estimate	s.e.	t-value	devianced	scale deviance	df	
LHR	2.734	0.7953	3.4377	9.985	131.41	127	Significant
BHD	2.045	0.974	2.1007	10.69	141.21	127	Significant

MVA							
parameter	estimate	s.e.	t-value	devianced	scale deviance	df	
LHR	1.6380	0.3784	4.3288	6.296	140.12	127	Significant
BHL	1.648	0.374	4.4123	3.902	138.9	127	Significant
C	0.05474	0.03	1.803030303	4.783	138.62	127	Significant

Geometric Feature Variables	Range		JALAN TOL 2/2		
	Min	Max	ACC	SVA	MVA
Continuous Variables					
LHR (100000 veh/day)	1.0462	3.0594	0.78	2.76	1.64
LJR (m)	3.60	3.60	Not significant	not significant	not significant
BHD (m)	0.75	1.50	0.596 to 1.184	1.545 to 3.115	not significant
BHL (m)	2.50	3.00	Not significant	not significant	4.206 to 5.068
MED (m)	0.60	2.80	Not significant	not significant	not significant
Indicator Variables					
VER	0	1	0.98	not significant	not significant
HOR	0	1	Not significant	not significant	not significant
C	0	1	Not significant	not significant	0.054

Dari tabel tersebut diatas, maka hasil-hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Parameter Jumlah Kecelakaan (ACC)

Variabel yang paling signifikan adalah alinyemen vertikal (VER) dengan nilai devianced 42.08, hal ini menunjukkan bahwa kontur jalan berupa tanjakan ataupun

turunan sangat berpengaruh terhadap jumlah kecelakaan (ACC). Variabel berikutnya yang juga berpengaruh adalah LHR dengan nilai devianced sebesar 28.25 yang menunjukkan dengan banyaknya jumlah kendaraan maka jumlah kecelakaan juga meningkat. Selain alinyemen vertikal dan LHR variabel yang juga berpengaruh signifikan terhadap jumlah kecelakaan adalah lebar bahu dalam (BHD) yang membuktikan bahwa perilaku pengemudi yang tidak diharapkan seperti tidak melihat kondisi jalan pada saat mengemudi ataupun menyetir dalam kondisi mengantuk dan dipaksakan menggunakan bahu dalam untuk menyusul.

2. Parameter Kecelakaan Tunggal (SVA)

Variabel yang memiliki pengaruh paling besar terhadap jumlah kecelakaan tunggal (SVA) adalah lebar bahu dalam (BHD) dengan nilai devianced 10.69, hal ini memperlihatkan bahwa bahu dalam dengan lebar minimum 0.75 tidak cukup aman untuk jalan tol 2 jalur 2 lajur. Selain BHD variabel yang juga berpengaruh terhadap SVA adalah jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR), sama halnya seperti jumlah kecelakaan hal ini juga membuktikan bahwa dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan maka jumlah kecelakaan tunggal juga meningkat.

3. Parameter Kecelakaan yang Melibatkan Lebih dari Satu Kendaraan (MVA)

Untuk MVA variabel yang paling berpengaruh adalah LHR dengan nilai devianced 6.29 yang menunjukkan dengan bertambahnya jumlah kendaraan maka kendaraan yang terlibat juga semakin banyak. Selain itu variabel cuaca menjadi signifikan dengan nilai devianced 4.78 hal ini menunjukkan bahwa terlibatnya 2 kendaraan ataupun lebih memang terpengaruh karena adanya faktor cuaca, seperti hujan yang menyebabkan jalan menjadi licin dan menjadi lebih riskan terjadinya kecelakaan ataupun ketika dua kendaraan ataupun lebih berdekatan maka semakin mendorong gesekan angin yang terjadi diantara keduanya yang memungkinkan terjadinya kecelakaan. Selain variabel LHR dan cuaca lebar bahu luar (LBH) dengan nilai devianced 3.902 juga berpengaruh signifikan hal ini dikarenakan untuk jalan tol dengan 2 lajur pengemudi yang ingin mendahului kendaraan yang ada didepannya hanya memiliki satu pilihan lajur sehingga dimungkinkan untuk melakukan pelanggaran dengan melewati batas dari lajur.

Hasil temuan tentang variabel individu memberikan rekomendasi sebagai berikut untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas :

- Volume Lalu Lintas (LHR) sangat mempengaruhi jumlah kecelakaan (ACC) dan jumlah kecelakaan tunggal (SVA) juga jumlah kecelakaan dengan lebih dari satu kendaraan yang terlibat (MVA). Diantara ketiga variabel tersebut yang sangat signifikan adalah jumlah kecelakaan tunggal (SVA).
- Lebar Bahu Bagian dalam (BHD) berpengaruh secara significant terhadap jumlah kecelakaan (ACC) dan jumlah kecelakaan tunggal (SVA), khususnya terhadap SVA di mana dengan meningkatkan lebar bahu bagian dalam berpengaruh dengan peningkatan kecelakaan. Lebar 0.75 m mungkin bukan nilai yang terbaik karena hanya sedikit segmen mempunyai BHD 0.75 m. Dari kumpulan dari negara-negara standard geometris yang berbeda, (Lam et al. (2000) mengusulkan bahwa lebar bahu bagian dalam yang sesuai adalah antara 0.50 m dan 1.00 m untuk bukan built-up multi-lane, *grade separated roads* (dapat diperbandingkan dengan standard jalur cepat).
- Lebar Bahu Bagian Luar (BHL) harus dikurangi menjadi nilai yang minimum 2.5 m. Walaupun ini akan mengurangi keseluruhan nilai kecelakaan.

Konsistensi disain adalah salah satu dari isu yang harus dibentuk pada jalan tol Indonesia untuk meningkatkan keselamatan. Untuk merekomendasikan disain geometris yang sesuai, suatu resiko penilaian dari nilai-nilai lajur yang berbeda, lebar bahu bagian dalam dan lebar bahu bagian luar telah tertuang pada tabel dibawah ini :

Table 5.3. Parameter Values of Risk Assessment

Variables	Parameter value for risk factor equal one	Other comparison values
Lane width	Lane width of 3.75 determined by the SOUTH toll road standard.	3.60 m (EAST toll road, Germany Autobahn and U.S AASHTO standard). 3.65 m (U.K standard for dual-2 motorways and the average width for dual-3 and dual-4 motorways).
Exterior shoulder width	Exterior shoulder width of 3.50 m determined by the WEST toll road standard.	3.00 m (SOUTH toll road and U.S. AASHTO) 3.25 m (maximum on the EAST toll road) 3.30 m (U.K standard)
Interior shoulder width	Interior shoulder width of 1.50 m determined by the SOUTH toll road standard.	1.20 m (U.S. AASHTO.) 0.70 m (U.K standard) 0.75 m (EAST toll roads)

Sources: SweRoad (1993), DoT (1996) and Lamm et al. (1999).