

**ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS DI KOTA SEMARANG
MENGUNAKAN MODEL LOG LINIER**

Yuciana Wilandari¹, Sugito², Candra Silvia³
^{1,2}Staf Pengajar Departemen Statistika FSM UNDIP
³Alumni Departemen Statistika FSM UNDIP

e-mail: yuciana.wilandari@gmail.com

DOI: 10.14710/medstat.9.1.51-61

Abstract

Traffic accident is an event in the unanticipated and unintended involve vehicles with or without other road users, resulting in losses and/or loss of property. According Polrestabes Semarang number of traffic accidents decreased in 2014 compared to 2013, but the figure is still considered high. Therefore we need an analysis of traffic accident cases, in this case using a log linear models. Log linear models used to analyze the relationship between the response variables that are categories that make up the contingency table and determine which variables are likely to cause depedensi. In this study, the variable used is the severity of the victim, the type of accident, the role of the victim, the victim vehicle type, time of the accident and the age of the victim. The results indicate that the variables that affect the model is the severity of the victim, the type of accident, the role of the victim, the type of vehicle the victim, time of the accident, the age of the victim, the role of the victim * type of vehicle the victim, the type of accident * the role of the victim, the type of vehicle the victim * age of the victim, the type of accident * type of vehicle the victim, the severity of the victim * type of accident, type of accident * age of the victim. So that raises the most variable attachment is a type of accident.

Keywords : *Traffic Accident, Log Linear Model*

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan masalah yang membutuhkan penanganan serius mengingat besarnya kerugian yang diakibatkannya. Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan kerugian dan/atau kerugian harta benda. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pengertian kecelakaan adalah kejadian (peristiwa) yang menyebabkan orang celaka. Jadi dapat disimpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas merupakan kejadian di jalan yang tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain sehingga mengakibatkan kerugian bagi korbannya.

Menurut Polrestabes Semarang jumlah kecelakaan lalu lintas tahun 2013 adalah sebanyak 957 kasus dengan korban meninggal dunia sebanyak 196, luka berat sebanyak 49, luka ringan sebanyak 1.221 dan total kerugian materi sebanyak Rp. 1.438.200.000,00. Sedangkan pada tahun 2014 jumlah kecelakaan lalu lintas sebanyak 801 kasus dengan korban meninggal dunia sebanyak 88, luka berat sebanyak 90, luka ringan sebanyak 970 dan total kerugian materi sebanyak Rp. 1.424.650.000,00. Angka ini mengalami penurunan

dari tahun 2013, akan tetapi angka tersebut masih dirasa cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan analisis lebih lanjut mengenai kasus kecelakaan lalu lintas. Dalam statistik, salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis hal seperti ini adalah model log linier.

Dalam penelitian banyak ditemukan situasi dimana data yang terkumpul dapat dikategorikan menjadi satu atau lebih kategori. Cara yang digunakan untuk menyajikan data kategori agar sistematis perlu disusun dalam suatu tabel klasifikasi silang atau tabel kontingensi. Tabel kontingensi merupakan tabel yang digunakan untuk mengukur hubungan (asosiasi) antara dua variabel kategori dimana tabel tersebut merangkum frekuensi bersama dari observasi pada setiap kategori variabel. Banyak keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan tabel kontingensi yaitu lebih mudah penyusunan perhitungannya, hasil analisisnya mudah disajikan, dan mempermudah orang dalam memahami situasi pada rancangan yang kompleks. Terdapat banyak metode untuk menganalisis data kategori, salah satunya adalah menggunakan model log linear. Model log-linear adalah salah satu kasus khusus pada *Generalized Linear Models* untuk data yang memiliki distribusi Poisson. Model log linier digunakan untuk menganalisa hubungan antara variabel respon yang bersifat kategori yang membentuk tabel kontingensi dan menentukan variabel mana yang cenderung menimbulkan dependensi (Agresti, 2002). Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis hubungan antara variabel-variabel dalam kecelakaan lalu lintas di Kota Semarang, seperti korban kecelakaan, kendaraan yang digunakan korban dan lawan korban waktu kecelakaan serta kondisi jalan tempat kecelakaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecelakaan Lalu Lintas

Menurut Undang-undang Nomor 22 tahun 2009 tentang kecelakaan lalu lintas dan angkutan jalan, disebutkan kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan kerugian dan/atau kerugian harta benda. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia pengertian kecelakaan adalah kejadian (peristiwa) yang menyebabkan orang celaka. Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 tahun 2009 pasal 229, karakteristik kecelakaan lalu lintas dapat dibagi menjadi 3 golongan, yaitu:

1. Kecelakaan lalu lintas ringan, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan kendaraan dan/atau barang
2. Kecelakaan lalu lintas sedang, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan dan kerusakan kendaraan dan/atau barang
3. Kecelakaan lalu lintas berat, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia atau luka berat

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana Jalan Raya dan Lalu Lintas, kecelakaan lalu lintas dapat diklasifikasikan berdasarkan kondisi korban menjadi 3, yaitu:

1. Meninggal dunia
2. Luka berat
3. Luka ringan

Menurut Munawar (2014) lalu lintas ditimbulkan oleh adanya pergerakan dari alat-alat angkutan, karena adanya kebutuhan perpindahan manusia dan atau barang. Unsur-unsur sistem transportasi adalah semua elemen yang dapat berpengaruh terhadap lalu lintas. Unsur-unsur dalam sistem transportasi tersebut meliputi pemakai jalan, kendaraan, jalan dan lingkungan.

2.2. Model Umum Log Linier

Model log-linear adalah salah satu kasus khusus pada *Generalized Linear Models* untuk data yang memiliki distribusi Poisson. Model log linier digunakan untuk menganalisa interaksi antara variabel respon yang bersifat kategori yang membentuk tabel kontingensi dan menentukan variabel mana yang cenderung menimbulkan dependensi. Misalkan variabel U terdiri dari H kategori, V terdiri dari I kategori, variabel W terdiri dari J kategori, X terdiri dari K kategori, Y terdiri dari L kategori dan Z terdiri dari Q kategori maka model lengkap (*saturated*) log linier adalah:

$$\log \hat{m}_{hijklq} = \mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{hj}^{UW} + \lambda_{hk}^{UX} + \lambda_{hl}^{UY} + \lambda_{hq}^{UZ} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{il}^{VY} + \lambda_{ijl}^{UVY} + \lambda_{ijk}^{VWX} + \lambda_{ijl}^{WYZ} + \lambda_{ikl}^{VXY} + \lambda_{ikq}^{VXZ} + \lambda_{ilq}^{VYZ} + \lambda_{jkl}^{WXY} + \lambda_{jklq}^{VWXYZ} + \lambda_{hij}^{UVW} + \lambda_{hik}^{UVX} + \lambda_{hil}^{UVY} + \lambda_{hijq}^{UVWZ} + \lambda_{hijl}^{UVXZ} + \lambda_{hijq}^{UVWYZ} + \lambda_{hijlq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hikq}^{UVXZ} + \lambda_{hilq}^{UVYZ} + \lambda_{hikl}^{UVXY} + \lambda_{hiklq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hikq}^{UVXZ} + \lambda_{hilq}^{UVYZ} + \lambda_{hikl}^{UVXY} + \lambda_{hiklq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hijq}^{UVWZ} + \lambda_{hijl}^{UVXZ} + \lambda_{hijq}^{UVWYZ} + \lambda_{hijlq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hikq}^{UVXZ} + \lambda_{hilq}^{UVYZ} + \lambda_{hikl}^{UVXY} + \lambda_{hiklq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hijq}^{UVWZ} + \lambda_{hijl}^{UVXZ} + \lambda_{hijq}^{UVWYZ} + \lambda_{hijlq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hikq}^{UVXZ} + \lambda_{hilq}^{UVYZ} + \lambda_{hikl}^{UVXY} + \lambda_{hiklq}^{UVWXYZ} + \lambda_{hijq}^{UVWZ} + \lambda_{hijl}^{UVXZ} + \lambda_{hijq}^{UVWYZ} + \lambda_{hijlq}^{UVWXYZ}$$

dengan $h = 1, \dots, H; i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K; l = 1, \dots, L; q = 1, \dots, Q$

2.3. Seleksi Model

Macam-macam seleksi model:

1. Uji K-way untuk interaksi K-suku atau lebih adalah nol
 Hipotesis: H_0 : efek K interaksi sama dengan nol, $K = 6, 5, 4, 3, 2, 1$
 H_1 : efek K interaksi tidak sama dengan nol
 Statistik uji : *Pearson Chi-Square* atau *LR Chi-Square*
 Kriteria uji tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\text{sig} < \alpha$
2. Uji K-way untuk interaksi K-suku adalah nol
 Hipotesis: H_0 : efek K interaksi sama dengan nol, $K = 6, 5, 4, 3, 2, 1$
 H_1 : efek 6 interaksi tidak sama dengan nol
 Statistik uji : *Pearson Chi-Square* atau *LR Chi-Square*
 Kriteria uji tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\text{sig} < \alpha$

dengan *LR Chi-Square* : $G^2 = 2 \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \ln \left(\frac{n_{hijklq}}{\hat{m}_{hijklq}} \right)$

$$\text{Pearson Chi Square} : \chi^2 = \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 \frac{(n_{hijklq} - \hat{m}_{hijklq})^2}{\hat{m}_{hijklq}}$$

3. Eliminasi Backward (*Backward Elimination*)

Metode *Backward Elimination* pada dasarnya menyeleksi model dengan menggunakan prinsip hierarki, yaitu dengan melihat model terlengkap sampai dengan model yang sederhana^[1]. Metode pemilihan model dengan metode *Backward Elimination* ini akan membentuk model dengan mengeluarkan faktor interaksi secara bertahap mulai dengan interaksi orde tertinggi sampai interaksi orde terendah (Cristensen, 1997).

Langkah-langkah yang dilakukan yang dilakukan dalam seleksi model menggunakan metode *Backward Elimination* adalah:

1. Anggap model (0) yaitu model UVWXYZ sebagai model terbaik
2. Keluarkan efek interaksi enam faktor sehingga modelnya menjadi (U, V, W, X, Y, Z, UV, UW, UX, UY, UZ, VW, VX, VY, VZ, WX, WY, WZ, XY, XZ, YZ, UVW, UVX, UVY, UVZ, UWX, UWY, UWZ, UXY, UXZ, UYZ, VWX, VWY, VWZ,

VXY, VXZ, VYZ, WXY, WXZ, WYZ, XYZ, UVWX, UVWY, UVWZ, UVXY, UVXZ, UVYZ, UWXY, UWXZ, UWYZ, UXYZ, VWXY, VWXZ, VWYZ, VXYZ, WXYZ, UVWXY, UVWXZ, UVWYZ, UWXYZ, UVXYZ, VWXYZ) yang disebut model (1)

3. Bandingkan model (0) dengan model (1) dengan hipotesis sebagai berikut:
 Hipotesis : H_0 : Model (1) = model terbaik
 H_1 : Model (0) = model terbaik
 Statistik uji : *Likelihood Ratio Test* (G^2) atau *Pearson Chi-Square* (χ^2)
 Kriteria uji: tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$
4. Jika H_0 ditolak, maka dinyatakan bahwa model (0) adalah model terbaik. Tetapi jika gagal menolak H_0 , maka model (1) model terbaik. Kemudian salah satu interaksi lima faktor dikeluarkan dari model.
 Untuk menentukan interaksi mana yang dikeluarkan terlebih dahulu maka dipilih nilai χ^2 terkecil atau nilai signifikansi yang terbesar.
5. Selanjutnya menentukan model (2) adalah model yang diperoleh dari langkah 4, dan membandingkannya dengan model (1), dengan hipotesis:
 H_0 : Model (2) = model terbaik
 H_1 : Model (1) = model terbaik
 Statistik uji : *Likelihood Ratio Test* (G^2) atau *Pearson Chi-Square* (χ^2)
 Kriteria uji: tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$
6. Jika H_0 ditolak, maka dinyatakan bahwa model (1) adalah model terbaik. Tetapi jika gagal menolak H_0 , maka model (2) model terbaik. Kemudian salah satu interaksi lima faktor yang lain dikeluarkan dari model.
 Untuk menentukan interaksi mana yang dikeluarkan terlebih dahulu maka dipilih nilai χ^2 terkecil atau nilai signifikansi yang terbesar.
7. Proses ini diulangi sampai diperoleh H_0 diterima

2.4. Estimasi Parameter

Setelah dilakukan seleksi model dan telah diperoleh model terbaik, maka dapat dilakukan estimasi parameter model sesuai dengan model yang telah diperoleh. Misal n_i dan m_i adalah data observasi dan nilai harapan tiap sel dalam tabel kontingensi, dan model log linier bentuk umumnya didefinisikan:

$$\log(m_{hijklq}) = \sum_{j=1}^t x_{ij} \beta_j$$

dengan asumsi distribusi Poisson, maka fungsi likelihoodnya adalah:

$$l(m) = \prod_i \frac{e^{-m_i} m_i^{n_i}}{n_i!}$$

sehingga log likelihoodnya adalah:

$$L(m) = \sum_i n_i \log(m_i) - \sum_i m_i = \sum_i n_i \left(\sum_{j=1}^t x_{ij} \beta_j \right) - \sum_i \exp \left(\sum_{j=1}^t x_{ij} \beta_j \right)$$

Turunan parsial pertama : $\frac{\partial L(m)}{\partial \beta_j} = \sum_i n_i x_{ij} - \sum_i x_{ij} \exp \left(\sum_i x_{ij} \beta_j \right) = \sum_i n_i x_{ij} - \sum_i x_{ij} m_i$

Jika dalam bentuk matriks $\mathbf{X}'(\mathbf{n} - \hat{\mathbf{m}})$

Turunan parsial kedua : $\frac{\partial^2 L(m)}{\partial \beta_j \partial \beta_k} = - \sum_i x_{ij} x_{ik} m_i$

Dari turunan parsial kedua fungsi log likelihood dibentuk matriks yang memiliki elemen-elemen negatif dari nilai-nilai turunan kedua $L(m)$. Matriks ini merupakan matriks informasi yang dinyatakan dengan $\mathbf{I}(\boldsymbol{\beta})$. Dengan metode iterasi Newton-Raphson

1. Dipilih taksiran awal untuk $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t)}$, misalkan $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t)}=0$
2. Pada setiap t+1 dihitung taksiran baru yaitu:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t+1)} = \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t)} + \{\mathbf{I}(\boldsymbol{\beta})\}^{-1} \{\mathbf{X}'(n - \hat{m})\}$$
3. Iterasi berakhir jika diperoleh $\hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t+1)} \approx \hat{\boldsymbol{\beta}}^{(t)}$

Setelah diperoleh estimasi parameter model, selanjutnya adalah melakukan uji signifikansi model. Digunakan statistik *chi-square* untuk menguji hipotesis bahwa populasi frekuensi yang diharapkan memenuhi model tertentu yaitu dengan menggunakan *Likelihood Ratio Test* (G^2) atau uji *Pearson Chi Square* (χ^2) (Agresti, 2002).

Hipotesis : H_0 : Model cukup sesuai

H_1 : Model tidak sesuai

Statistik uji : Uji *Likelihood Ratio Test* (G^2) :
$$G^2 = 2 \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \ln \left(\frac{n_{hijklq}}{\hat{m}_{hijklq}} \right)$$

Uji *Pearson Chi Square* (χ^2) :
$$\chi^2 = \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 \frac{(n_{hijklq} - \hat{m}_{hijklq})^2}{\hat{m}_{hijklq}}$$

Kriteria uji : tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha; df)}$ atau nilai sig $< \alpha$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data kecelakaan lalu lintas di kota Semarang tahun 2014 yang diperoleh di Polrestabes Semarang. Pada penelitian ini, analisis data yang digunakan yaitu analisis model log linier. Model log linier digunakan untuk menganalisa hubungan antara variabel respon yang bersifat kategori yang membentuk tabel kontingensi dan menentukan variabel mana yang cenderung menimbulkan depedensi. Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Keparahan Korban (U), terbagi menjadi 3 kategori, yaitu:
 - 1 = Luka ringan; 2 = Luka berat dan 3 = Meninggal
2. Jenis Kecelakaan (V), terbagi menjadi 5 kategori, yaitu:
 - 1 = Tabrak belakang; 2 = Tabrak depan; 3 = Tabrak samping; 4 = Hilang kendali dan 5 = Lain-lain
3. Peran Korban (W), terbagi menjadi 2 kategori, yaitu:
 - 1 = Pengguna kendaraan dan 2 = Pengguna jalan non kendaraan
4. Jenis Kendaraan Korban (X), terbagi menjadi 3 kategori, yaitu:
 - 1 = Lain-lain; 2 = Sepeda motor dan 3 = Kendaraan roda 4
5. Waktu Kecelakaan (Y), terbagi menjadi 2 kategori, yaitu:
 - 1 = Padat kendaraan dan 2 = Sepi kendaraan
6. Usia Korban (Z), terbagi menjadi 3 kategori, yaitu:
 - 1 = ≤ 17 tahun; 2 = 18 – 50 tahun dan 3 = ≥ 51 tahun

Selanjutnya data dilakukan analisis dengan membentuk model log linier menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel 2007 dan SPSS.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah korban kecelakaan di kota Semarang. Berdasarkan tingkat keparahan, yaitu luka ringan, luka berat dan meninggal, jumlah data yang diperoleh sebanyak 740 korban kecelakaan, yang terdiri dari 643 korban luka ringan, 47 korban luka berat dan 50 korban meninggal ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Sampel dan Proporsi Berdasarkan Tingkat Keparahan

Tingkat Keparahan	Frekuensi	p (%)
Luka ringan	643	86,9
Luka berat	47	6,4
Meninggal	50	6,8

4.1. Model Awal Model Log Linier

Pemodelan awal log linier terdiri dari enam variabel respon. Misalkan variabel U terdiri dari 3 kategori, V terdiri dari 5 kategori, variabel W terdiri dari 2 kategori, X terdiri dari 3 kategori, Y terdiri dari 2 kategori dan Z terdiri dari 3 kategori maka model lengkap (*saturated*) log linier adalah:

$$\begin{aligned} \log \hat{m}_{hijklq} = & \mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{hj}^{UW} + \lambda_{hk}^{UX} + \lambda_{hl}^{UY} \\ & + \lambda_{hq}^{UZ} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{il}^{VY} + \lambda_{iq}^{VZ} + \lambda_{jk}^{WX} + \lambda_{jl}^{WY} + \lambda_{jq}^{WZ} + \lambda_{kl}^{XY} + \\ & \lambda_{kq}^{XZ} + \lambda_{lq}^{YZ} + \lambda_{hij}^{UVW} + \lambda_{hik}^{UVX} + \lambda_{hil}^{UVY} + \lambda_{hiq}^{UVZ} + \lambda_{hjk}^{UWX} + \lambda_{hjl}^{UWY} + \\ & \lambda_{hjg}^{UWZ} + \lambda_{hkl}^{UXY} + \lambda_{hkg}^{UXZ} + \lambda_{hlg}^{UYZ} + \lambda_{ijk}^{VWX} + \lambda_{ijl}^{VWY} + \lambda_{ijq}^{VWZ} + \\ & \lambda_{ikl}^{UVWX} + \lambda_{ikq}^{UVWZ} + \lambda_{ilq}^{UVXZ} + \lambda_{jkl}^{WXY} + \lambda_{jka}^{WXZ} + \lambda_{jla}^{WYZ} + \lambda_{kql}^{XYZ} + \\ & \lambda_{hijk}^{UVWX} + \lambda_{hijl}^{UVWY} + \lambda_{hijq}^{UVWZ} + \lambda_{hikl}^{UVXY} + \lambda_{hika}^{UVXZ} + \lambda_{hilq}^{UVYZ} + \\ & \lambda_{hijkl}^{UVWXYZ} + \lambda_{hijkq}^{UVWXZ} + \lambda_{hijlq}^{UVWYZ} + \lambda_{hiklq}^{UVXYZ} + \lambda_{hikq}^{VWXY} + \lambda_{hilq}^{VWXZ} + \\ & \lambda_{ijkl}^{VWYZ} + \lambda_{ijklq}^{VXYZ} + \lambda_{jklq}^{WXYZ} + \lambda_{hijkl}^{UVWXY} + \lambda_{ijklq}^{UVWXZ} + \lambda_{ijklq}^{UVWYZ} \\ & + \lambda_{hijklq}^{UWXYZ} + \lambda_{hiklq}^{UVXYZ} + \lambda_{ijklq}^{VWXYZ} + \lambda_{hijklq}^{UVWXYZ} \end{aligned}$$

dengan $h = 1, 2, 3; i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2; k = 1, 2, 3; l = 1, 2; q = 1, 2, 3$

4.2. Seleksi Model

Setelah diperoleh model awal log linier, kemudian dilakukan seleksi model. Seleksi model dilakukan untuk mengetahui efek utama dan efek interaksi yang berpengaruh terhadap model.

Pengujian hipotesis yang pertama dilakukan untuk melihat pengaruh orde ke-K atau lebih sama dengan nol. Uji dimulai dari orde tertinggi sampai dengan terendah dengan hipotesis:

Hipotesis: H_0 : efek K interaksi atau lebih sama dengan nol, $K = 6, 5, 4, 3, 2, 1$

H_1 : paling sedikit ada satu efek K interaksi atau lebih tidak sama dengan nol

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$

Statistik uji : *Pearson Chi-Square* atau *LR Chi-Square*

Kriteria uji tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha, df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, df)}$ atau $\text{sig} < \alpha$

Hipotesis: H_0 : efek K interaksi sama dengan nol, $K = 6, 5, 4, 3, 2, 1$

H_1 : paling sedikit ada efek K interaksi tidak sama dengan nol

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$

Statistik uji : *Pearson Chi-Square* atau *LR Chi-Square*

Kriteria uji tolak H_0 jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha, df)}$ atau $\chi^2 > \chi^2_{(\alpha, df)}$ atau $\text{sig} < \alpha$

dengan *LR Chi-Square* : $G^2 = 2 \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \ln \left(\frac{n_{hijklq}}{\hat{m}_{hijklq}} \right)$

Pearson Chi Square : $\chi^2 = \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 \frac{(n_{hijklq} - \hat{m}_{hijklq})^2}{\hat{m}_{hijklq}}$

Tabel 2. Hasil Uji Efek K Interaksi

	K	df	Likelihood Ratio		Pearson	
			Chi-Square	Sig.	Chi-Square	Sig.
efek K interaksi atau lebih	1	539	4257,395	0,000	25311,351	0,000
	2	527	924,536	0,000	3147,631	0,000
	3	470	152,696	1,000	282,711	1,000
	4	332	41,046	1,000	40,341	1,000
	5	152	1,288	1,000	0,669	1,000
	6	32	0,000	1,000	0,000	1,000
efek K interaksi	1	12	3332,859	0,000	22163,720	0,000
	2	57	771,840	0,000	2864,920	0,000
	3	138	111,650	0,951	242,370	0,000
	4	180	39,758	1,000	39,672	1,000
	5	120	1,288	1,000	0,669	1,000
	6	32	0,000	1,000	0,000	1,000

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa untuk K = 1 dan K = 2 menghasilkan *sig* < 0,05 sehingga keputusannya tolak H₀, yang berarti bahwa pengaruh orde ke K = 1 dan orde ke K = 2 masuk ke dalam model. Sedangkan untuk K ≥ 3 menunjukkan bahwa *sig* yang dihasilkan lebih besar dari α, sehingga tidak cukup bukti untuk menolak H₀.

Selanjutnya dilakukan eliminasi *backward*.

Hipotesis:

H₀ : Model (1) = model terbaik

H₁ : Model (0) = model terbaik

Taraf signifikansi α = 5%

Statistik uji : $G^2 = 2 \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \ln \left(\frac{n_{hijklq}}{\hat{m}_{hijklq}} \right)$

Dengan menggunakan SPSS diperoleh hasil pengolahan sampai 51 langkah (*step*), dengan *step* terakhir seperti terlihat pada Tabel 3.

Kriteria penolakan: Tolak H₀ jika $G^2 > \chi^2_{(\alpha,df)}$ atau nilai signifikansi < α

Kesimpulan:

Berdasarkan Tabel 2, pada taraf signifikansi 5% dapat disimpulkan bahwa efek-efek yang berpengaruh pada model adalah XW yaitu peran korban*jenis kendaraan korban, VW yaitu jenis kecelakaan*peran korban, ZX yaitu jenis kendaraan korban* usia korban, XV yaitu jenis kecelakaan*jenis kendaraan korban, UV yaitu tingkat keparahan korban*jenis kecelakaan, ZV yaitu jenis kecelakaan*usia korban.

Tabel 3. Tabel Pengujian Eliminasi *Backward*

<i>Step</i>	Efek	G^2	Sig	Keputusan
51	XW	422,026	0,000	Signifikan
	VW	20,576	0,000	Signifikan
	ZX	89,884	0,000	Signifikan
	XV	17,790	0,023	Signifikan
	UV	18,750	0,016	Signifikan
	ZV	20,927	0,007	Signifikan
	Y	83,355	0,000	Signifikan

4.3. Model Akhir Log Linier

Setelah dilakukan eliminasi *backward* kemudian dilakukan pemodelan kembali dengan memasukkan efek-efek yang berpengaruh terhadap model, atau dengan kata lain menghilangkan efek-efek yang dihapus pada eliminasi *backward*. Sehingga didapatkan model akhir log linier sebagai berikut:

$$\log \hat{m}_{hijklq} = \mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{iq}^{VZ} + \lambda_{jk}^{WX} + \lambda_{kq}^{XZ}$$

dengan $h = 1, 2, 3; i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2; k = 1, 2, 3; l = 1, 2; q = 1, 2, 3$

\hat{m}_{hijklq} : frekuensi harapan dalam sel-*hijklq*

μ : rata-rata data

λ_a^A : efek utama untuk variabel A atau pengaruh tingkat a faktor A, dengan $a = h, i, j, k, l, q$ dan $A = U, V, W, X, Y, Z$

λ_{ab}^{AB} : efek interaksi untuk variabel A dan B atau pengaruh faktor interaksi sel-ab, $a, b = h, i, j, k, l, q$ dan $A, B = U, V, W, X, Y, Z$

4.4. Estimasi Parameter Model Terbaik (Model Akhir) Log Linier

Setelah didapatkan model log linier yang sesuai, maka dilakukan estimasi parameter untuk model log linier. Untuk mendapatkan nilai estimasi diperlukan turunan pertama dan kedua dari fungsi log likelihoodnya model terbaiknya.

Fungsi log likelihood model terbaik:

$$\begin{aligned} L(m) &= \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \log\{\hat{m}_{hijklq}\} - \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1, q=1}^{2,3} \hat{m}_{hijklq} \\ &= \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^3 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \left(\mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{iq}^{VZ} + \lambda_{jk}^{WX} + \lambda_{kq}^{XZ} \right) \\ &\quad - \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^3 \sum_{q=1}^3 \exp\left(\mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{iq}^{VZ} + \lambda_{jk}^{WX} + \lambda_{kq}^{XZ} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= n\mu + \sum_{h=1}^3 n_{h+++++} \lambda_h^U + \sum_{i=1}^5 n_{+i++++} \lambda_i^V + \sum_{j=1}^2 n_{++j+++} \lambda_j^W + \sum_{k=1}^3 n_{+++k++} \lambda_k^X + \sum_{l=1}^2 n_{++++l+} \lambda_l^Y + \\
&\sum_{q=1}^3 n_{+++++q} \lambda_q^Z + \sum_{h=1}^2 \sum_{i=1}^5 n_{hi++++} \lambda_{hi}^{UV} + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 n_{+ij+++} \lambda_{ij}^{VW} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=1}^3 n_{+i+k++} \lambda_{ik}^{VX} \\
&+ \sum_{i=1}^5 \sum_{q=1}^3 n_{+i++++q} \lambda_{iq}^{VZ} + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 n_{++jk++} \lambda_{jk}^{WX} + \sum_{k=1}^3 \sum_{q=1}^3 n_{+++k+q} \lambda_{kq}^{XZ} \\
&- \sum_{h=1}^2 \sum_{k=1}^5 \sum_{l=1}^3 \sum_{q=1}^3 \exp(\mu + \lambda_h^U + \lambda_i^V + \lambda_j^W + \lambda_k^X + \lambda_l^Y + \lambda_q^Z + \lambda_{hi}^{UV} + \lambda_{ij}^{VW} + \lambda_{ik}^{VX} + \lambda_{iq}^{VZ} + \lambda_{jk}^{WX} + \lambda_{kq}^{XZ})
\end{aligned}$$

Turunan pertama jika ditulis dalam bentuk matriks $\mathbf{X}'(\mathbf{n} - \mathbf{m})$. Dari turunan parsial kedua fungsi log likelihood dibentuk matriks yang memiliki elemen-elemen negatif dari turunan kedua. Matriks ini disebut matriks informasi yang dinyatakan dengan $\mathbf{I}(\boldsymbol{\beta})$

$$\text{dengan } \mathbf{I}(\boldsymbol{\beta}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 L(m)}{\partial \mu^2} & \frac{\partial^2 L(m)}{\partial \mu \partial \lambda_1^U} & \dots & \frac{\partial^2 L(m)}{\partial \mu \partial \lambda_{53}^{XZ}} \\ \frac{\partial^2 L(m)}{\partial \mu \partial \lambda_1^U} & \frac{\partial^2 L(m)}{\partial (\lambda_1^U)^2} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \\ \frac{\partial^2 L(m)}{\partial \mu \partial \lambda_{53}^{XZ}} & \dots & & \frac{\partial^2 L(m)}{\partial (\lambda_{53}^{XZ})^2} \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan SPSS diperoleh nilai estimasi parameter seperti terlihat pada Lampiran.

4.5. Pengujian Goodness of Fit Model Log Linier

Setelah didapatkan model akhir log linier, maka perlu dilakukan pengujian *Goodness of Fit*. Uji *Goodness of Fit* dilakukan untuk mengetahui apakah model akhir yang didapatkan sesuai atau tidak.

Hipotesis:

H_0 : Model cukup sesuai

H_1 : Model tidak sesuai

Taraf signifikansi $\alpha = 5\%$

Statistik uji:

$$\text{Uji Likelihood Ratio: } G^2 = 2 \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 n_{hijklq} \ln \left(\frac{n_{hijklq}}{\hat{m}_{hijklq}} \right) = 181,936$$

$$\text{Uji Pearson Chi Square: } \chi^2 = \sum_{h=1}^3 \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^3 \sum_{l=1}^2 \sum_{q=1}^3 \frac{(n_{hijklq} - \hat{m}_{hijklq})^2}{\hat{m}_{hijklq}} = 444,282$$

Kriteria penolakan:

Tolak H_0 jika $G^2 > \chi_{(0,05,493)}^2 = 575,7612$ atau $\chi^2 > \chi_{(0,05,493)}^2 = 575,7612$ atau nilai signifikansi $< 0,05$

Kesimpulan:

Karena H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa model akhir yang diperoleh cukup sesuai.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa variabel yang mempengaruhi model adalah tingkat keparahan korban, jenis kecelakaan, peran korban, jenis kendaraan korban, waktu kecelakaan, usia korban, peran korban*jenis kendaraan korban, jenis kecelakaan*peran korban, jenis kendaraan korban*usia korban, jenis kecelakaan*jenis kendaraan korban, tingkat keparahan korban*jenis kecelakaan, jenis kecelakaan*usia korban. Sehingga variabel yang paling menimbulkan keterikatan adalah jenis kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis, Second Edition*. New York. John Wiley and Sons.
- Christensen, R. 1997. *Log Linear Models*. New York. Springer Verlag.
- Kamil, I., Susilawati, M. dan Kencana, IPEK. 2012. Model Log-Linear Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Hipertensi (Studi Kasus: RSUD Abdoe Rahem Situbondo). *e-Jurnal Matematika*, Vol. 1, No. 1, pp 84-88.
- Hosmer, D. W. and Lemeshow. 2000. *Applied Logistic Regression*. New York. John Wiley and Sons.
- Munawar, A. 2014. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta. Beta Offset.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Lampiran: Nilai Estimasi Parameter Model Log Linier

Parameter	Estimasi Parameter
Constant	-40,402
Keparahan(1)	17,191
Keparahan(2)	14,889
Jenis kecelakaan (1)	17,931
Jenis kecelakaan (2)	17,497
Jenis kecelakaan (3)	18,490
Jenis kecelakaan (4)	20,191
Peran korban (1)	4,641
Jenis kendaraan korban (1)	22,191
Jenis kendaraan korban (2)	6,538
Waktu kecelakaan (1)	-0,691
Usia korban (1)	-13,669
Usia korban (2)	3,330
Peran korban (1) * Jenis kendaraan korban (1)	-18,517
Jenis kecelakaan (1) * Peran korban (1)	14,570
Jenis kecelakaan (2) * Peran korban (1)	12,624
Jenis kecelakaan (3) * Peran korban (1)	11,898
Jenis kecelakaan (4) * Peran korban (1)	11,509
Jenis kendaraan korban (1) * Usia korban (1)	-1,626
Jenis kendaraan korban (1) * Usia korban (2)	-2,472
Jenis kendaraan korban (2) * Usia korban (1)	-0,733
Jenis kendaraan korban (2) * Usia korban (2)	-0,274
Jenis kecelakaan (1) * Jenis kendaraan korban (1)	-1,237
Jenis kecelakaan (1) * Jenis kendaraan korban (2)	-13,457
Jenis kecelakaan (2) * Jenis kendaraan korban (1)	-2,226
Jenis kecelakaan (2) * Jenis kendaraan korban (2)	-12,706
Jenis kecelakaan (3) * Jenis kendaraan korban (1)	-0,545
Jenis kecelakaan (3) * Jenis kendaraan korban (2)	-11,321
Jenis kecelakaan (4) * Jenis kendaraan korban (1)	-20,088
Jenis kecelakaan (4) * Jenis kendaraan korban (2)	-14,747
Keparahan(1)* Jenis kecelakaan (1)	-15,154
Keparahan(1)* Jenis kecelakaan (2)	-13,757
Keparahan(1)* Jenis kecelakaan (3)	-14,690
Keparahan(1)* Jenis kecelakaan (4)	-15,582
Keparahan(2)* Jenis kecelakaan (1)	-14,824
Keparahan(2)* Jenis kecelakaan (2)	-14,483
Keparahan(2)* Jenis kecelakaan (3)	-15,151
Keparahan(2)* Jenis kecelakaan (4)	-15,987
Jenis kecelakaan (1)* Usia korban (1)	12,681
Jenis kecelakaan (1)* Usia korban (2)	-1,578
Jenis kecelakaan (2)* Usia korban (1)	14,649
Jenis kecelakaan (2)* Usia korban (2)	-0,755
Jenis kecelakaan (3)* Usia korban (1)	14,160
Jenis kecelakaan (3)* Usia korban (2)	-1,295
Jenis kecelakaan (4)* Usia korban (1)	13,624
Jenis kecelakaan (4)* Usia korban (2)	-1,002