

**PEMBENTUKAN MODEL LOG LINEAR EMPAT DIMENSI  
(STUDI KASUS: HUBUNGAN ANTARA WAKTU KECELAKAAN, LOKASI  
KECELAKAAN, JENIS KECELAKAAN , DAN PERILAKU PENGEMUDI  
YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN LALU LINTAS  
DI PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2021-2022)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**AJI DWI PANGESTU  
NPM 1917031076**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRACT**

### ***FOUR-DIMENSIONAL LOG LINEAR MODEL FORMATION (CASE STUDY: THE RELATIONSHIP BETWEEN ACCIDENT TIME, ACCIDENT LOCATION, ACCIDENT TYPE, AND DRIVER BEHAVIOR CAUSING TRAFFIC ACCIDENTS IN LAMPUNG PROVINCE FOR THE 2021-2022 PERIOD).***

*By*

**Aji Dwi Pangestu**

*Traffic behavior problems have become a common phenomenon in various countries, including Indonesia. The density of traffic around without being supported by good facilities and the lack of public awareness of traffic discipline can trigger various violations so that they have the potential to occur. accident. Log-linear model analysis can be used to categorize data on traffic accident cases that occur in Lampung Province. Based on data obtained from Ditlantas Polda Lampung, there were 3642 traffic accidents that occurred in Lampung Province from 2021 to 2022, the analysis model used in this study involves four variables. Each variable is categorized into several categories according to predetermined criteria, namely Accident Time with two categories (Daytime and Nighttime), Accident Location with three categories (Straight road, Bend, and Intersection), Accident Type with two categories (Single and Multiple), Driver Behavior with three categories (Undisciplined, Unskilled, Fatigue). This study aims to determine the best model using log-linear analysis that explains the relationship between the four categories. The results obtained were the best model for the data involved in the [WLJ][WLP][JP] structure. The structure shows the interaction between three factors: Crash Time, Crash Location, Crash Type, and Crash Time, Crash Location, Driver Behavior, as well as one interaction between two factors: Crash Type, Driver Behavior that cause traffic accidents in Lampung Province from 2021 to 2022.*

***Keywords:*** *Log-linear Model, Categorical Data, Traffic Accidents.*

## ABSTRAK

### **PEMBENTUKAN MODEL LOG LINEAR EMPAT DIMENSI (STUDI KASUS: HUBUNGAN ANTARA WAKTU KECELAKAAN, LOKASI KECELAKAAN, JENIS KECELAKAAN, DAN PERILAKU PENGEMUDI YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2021-2022)**

Oleh

**Aji Dwi Pangestu**

Masalah perilaku berlalu lintas sudah menjadi suatu fenomena yang umum terjadi diberbagai negara tidak terkecuali di Indonesia Padatnya lalu lintas disekitar tanpa didukung oleh sarana yang baik dan kurangnya kesadaran masyarakat akan disiplin berlalu lintas dapat memicu timbulnya berbagai pelanggaran sehingga berpotensi terjadinya kecelakaan. Analisis model log-linear dapat digunakan untuk mengkategorikan data kasus kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Provinsi Lampung. Berdasarkan data yang diperoleh dari Ditlantas Polda Lampung terdapat 3642 kejadian kecelakaan lalu lintas yang terjadi di Provinsi Lampung sepanjang tahun 2021 sampai 2022, model analisis yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan empat variabel. Masing-masing variabel dikategorikan ke dalam beberapa kategori sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, yaitu Waktu Kecelakaan dengan dua kategori (Siang Hari dan Malam Hari), Lokasi Kecelakaan dengan tiga kategori (Jalan lurus, Tikungan, dan Persimpangan), Jenis Kecelakaan dengan dua kategori (Tunggal dan Ganda), Perilaku Pengemudi dengan tiga kategori (Tidak Disiplin, Tidak Terampil, Kelelahan). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model terbaik dengan menggunakan analisis log-linear yang menjelaskan hubungan antara keempat kategori tersebut. Hasil yang diperoleh merupakan model terbaik untuk data yang terlibat dalam struktur  $[WLJ][WLP][JP]$ . Struktur tersebut menunjukkan interaksi antara tiga faktor: Waktu Kecelakaan, Lokasi Kecelakaan, Jenis Kecelakaan, dan Waktu Kecelakaan, Lokasi Kecelakaan, Perilaku Pengemudi, serta satu interaksi antara dua faktor: Jenis Kecelakaan, Perilaku Pengemudi yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas di Provinsi Lampung sepanjang tahun 2021 sampai 2022.

**Kata Kunci:** Model Log-linear, Data Kategorik, Kecelakaan Lalu Lintas.

**PEMBENTUKAN MODEL LOG LINEAR EMPAT DIMENSI (STUDI  
KASUS: HUBUNGAN ANTARA WAKTU KECELAKAAN, LOKASI  
KECELAKAAN, JENIS KECELAKAAN DAN PERILAKU PENGEMUDI  
YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI PROVINSI  
LAMPUNG PERIODE 2021-2022)**

**Oleh**

**Aji Dwi Pangestu**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi

: PEMBENTUKAN MODEL LOG LINEAR EMPAT DIMENSI (STUDI KASUS: HUBUNGAN ANTARA WAKTU KECELAKAAN, LOKASI KECELAKAA, JENIS KECELAKAAN, DAN PERILAKU PENGEMUDI YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2021-2022).

Nama Mahasiswa

: Aji Dwi Pangestu

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917031076

Jurusan

: Matematika

Fakultas

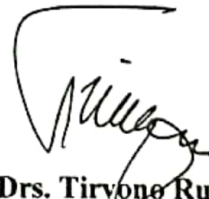
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

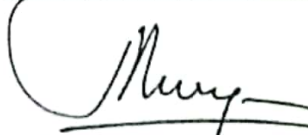


Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.  
NIP 19570101 198403 1 020



Drs. Tiryono Rubi M.Sc. Ph.D.  
NIP 19620704 198803 1 002

2. Ketua Jurusan Matematika

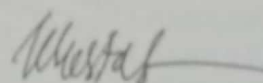


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.  
NIP 19740316 200501 1 001

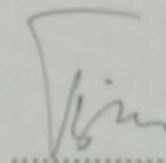
MENGESAHKAN

1. Tim penguji

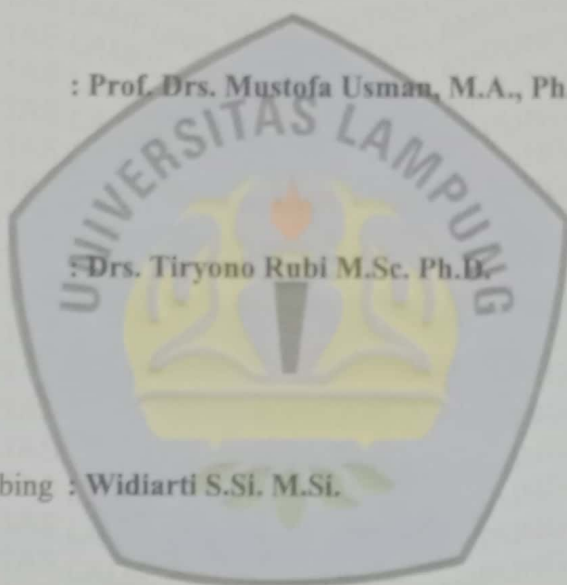
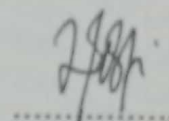
Ketua : Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.



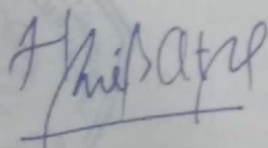
Sekretaris : Drs. Tiryono Rubi M.Sc. Ph.D.



Penguji  
Bukan Pembimbing : Widiarti S.Si. M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.  
NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 05 Februari 2024

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aji Dwi Pangestu  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1917031076  
Jurusan : Matematika  
Judul Skripsi : **Pembentukan Model Log Linear Empat Dimensi  
(Studi Kasus: Hubungan antara Waktu  
Kecelakaan, Lokasi Kecelakaa, Jenis Kecelakaan,  
dan Perilaku Pengemudi Yang Menyebabkan  
Kecelakaan Lalu Lintas di Provinsi Lampung  
Periode 2021-2022).**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 5 Februari 2024  
Penulis,



**Aji Dwi Pangestu**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis memiliki nama lengkap Aji Dwi Pangestu, lahir di Desa Purwodadi, Kecamatan Bangunrejo, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 30 Agustus 1999. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Hayat dan Ibu Sumarni.

Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Al-Istiqomah pada tahun 2007. Kemudian menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 1 Purwodadi pada tahun 2007-2013, dan melanjutkan pendidikan di MTS Sa-Albarokah pada tahun 2013-2016. Kemudian menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Terusan Nunyai pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2018.

Pada tahun 2019 penulis di terima sebagai mahasiswa S1 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui penerimaan Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menempuh pendidikan, penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Bina Marga dan Bina Kontruksi (BMBK) Provinsi Lampung. Tidak hanya itu, sebagai bentuk pengabdian dan penerapan ilmu pengetahuan yang di dapatkan dalam dunia perkuliahan, penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2023 di Desa Negara Harja, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Waykanan. Dalam bidang organisasi penulis terdaftar sebagai Kepala Biro Dana & Usaha Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) FMIPA Universitas Lampung periode 2021.



## **KATA INSPIRASI**

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”*

*(Q.S. Al-Insyirah: 6-8)*

*“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan Pernah menjadi takdirku, dan apa yang di takdirkan untukmu tidak akan pernah Melewatkanmu”*

*(Umar bin Khattab)*

*“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras, tidak ada keberhasilan Tanpa kebersamaan. Dan tidak ada kemudahan tanpa doa.”*

*(Ridwan Kamil)*

*“Skripsi sama seperti cinta,  
Walau terkadang membuat menangis,  
Kita tetap berusaha bertahan dan setia  
Karena kita tahu semuanya akan berakhir bahagia.”*

*(Sam Maulana)*

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu Wa Ta' ala,  
Ku Persembahkan Karya Sederhana Ini Kepada:*

***Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik Tercinta***

*Yang telah mencurahkan semua pengorbanan, doa, kasih sayang, dan dukungan tiada henti. Terimakasih sudah menjadi rumah dan tempat berpulang dari segala keluh kesah akan hal-hal pelik yang datang.*

***Dosen Pembimbing dan Pembahas***

*Yang senantiasa telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan ilmu yang berharga kepada penulis.*

***Sahabat sahabatku***

*Yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa serta selalu membantu penulis selama masa perkuliahan*

***Almamater Tercinta Universitas Lampung.***

## SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul **“Pembentukan Model Log-Linear Empat Dimensi (Studi Kasus: Hubungan Antara Waktu Kecelakaan, Lokasi Kecelakaan, Jenis kecelakaan, dan Perilaku Pengemudi Yang Menyebabkan Kecelakaan Lalu Lintas Di Provinsi Lampung Periode 2021-2022)”** dapat terselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Matematika di Universitas Lampung.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, saran, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis, menyumbangkan ilmu, memberikan motivasi dan arahan, serta kesediaan waktu yang telah di berikan.
2. Bapak Drs. Tiryono Ruby M.Sc. Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis, memberikan motivasi dan arahan, serta kesediaan waktu yang telah di berikan.
3. Ibu Widiarti S.Si. M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah mengoreksi kekurangan, memberikan saran dan masukan yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Drs. Eri Setiawan, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan serta bimbingan dari awal perkuliahan sampai penyelesaian tugas akhir.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika yang telah memberikan ilmu dan bantuan yang bermanfaat bagi penulis.
8. Orang tua, kakak, adik, dan seluruh keluarga yang selalu menjadi penyemangat bagi penulis, dan tiada henti memberikan dukungan, kasih sayang, motivasi, serta doa kepada penulis.
9. Anom, Adit, Galang, Umar, Nada, dan Vista yang siap mendengarkan keluh kesah, memberi semangat dan keceriaan serta membantu penulis dalam banyak hal.
10. Teman-teman Jurusan Matematika angkatan 2019 atas kebersamaannya.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat di jadikan bahan perbaikan untuk kedepannya.

Bandar Lampung, 5 Februari 2024  
Penulis,

**Aji Dwi Pangestu**

**PEMBENTUKAN MODEL LOG LINEAR EMPAT DIMENSI  
(STUDI KASUS: HUBUNGAN ANTARA WAKTU KECELAKAAN, LOKASI  
KECELAKAAN, JENIS KECELAKAAN , DAN PERILAKU PENGEMUDI  
YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN LALU LINTAS  
DI PROVINSI LAMPUNG PERIODE 2021-2022)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**AJI DWI PANGESTU  
NPM 1917031076**



**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>xvii</b>
1.1 Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Peubah Kategorik .....	5
2.2 Peluang Bersyarat dan Independensi.....	6
2.3 Distribusi Poisson.....	7
2.4 Odds Rasio .....	7
2.5 Metode Maximum Likelihood.....	8
2.6 Tabel Kontingensi Empat Dimensi .....	9
2.7 Model Log-Linear .....	11
2.8 Model Log-Linear Empat Dimensi .....	11
2.9 Menentukan Estimasi Frekuensi Harapan .....	14
2.10 Uji Goodness of Fit.....	16
2.11 Seleksi Model Terbaik .....	18
2.12 Interaksi Antar Peubah Pada Model Terbaik .....	18
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Data Penelitian .....	19
3.3 Metode Penelitian.....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>

4.1.	Statistika Deskriptif .....	23
4.2.	Menentukan Nilai Odds Ratio .....	29
4.3.	Fungsi Likelihood.....	40
4.4.	Estimasi Frekuensi Harapan .....	41
4.5.	Uji Goodness Of Fit .....	43
4.6.	Menentukan Nilai AIC .....	44
4.7.	Menentukan Model Terbaik .....	45
4.8.	Menentukan Interaksi Pada Model Terbaik .....	45
4.8.1.	Interaksi Antara Faktor Waktu, Lokasi, dan Jenis Kecelakaan.....	46
4.8.2.	Interaksi Antara Faktor Waktu, Lokasi, dan Perilaku Pengemudi .....	47
4.8.3.	Interaksi Antara Faktor Jenis Kecelakaan dan Perilaku Pengemudi.....	48
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1.	Kesimpulan.....	49
5.2.	Saran .....	50
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kontingensi $r \times s \times t \times u$ .....	10
Tabel 2. Model Log-Linear Empat Dimensi yang Mungkin Terbentuk .....	13
Tabel 3. Estimasi Frekuensi Harapan.....	15
Tabel 4. Nilai Derajat Bebas Untuk Model Log-linear Empat Dimensi.....	17
Tabel 5. Ukuran Sampel dan Proporsi Waktu Kecelakaan .....	23
Tabel 6. Ukuran Sampel dan Proporsi Lokasi Kecelakaan.....	24
Tabel 7. Ukuran Sampel dan Proporsi Jenis kecelakaan .....	24
Tabel 8. Ukuran Sampel dan Proporsi Perilaku Pengemudi .....	25
Tabel 9. Odds Ratio Dihitung Berdasarkan Kecelakaan Yang Terjadi Di Jalan Lurus Sebagai Acuan Untuk Kecelakaan Tunggal Dan Kecelakaan Ganda. ....	29
Tabel 10. Odds Ratio Dihitung Berdasarkan Perilaku Pengemudi Yang Tidak Disiplin Sebagai Acuan Untuk Kecelakaan Tunggal Dan Kecelakaan Ganda. ....	35
Tabel 11. Fungsi Likelihood .....	40
Tabel 12. Estimasi Frekuensi Harapan.....	42
Tabel 13. Uji Goodness Of Fit .....	43
Tabel 14. Nilai AIC Untuk Model Signikikan.....	44



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1 Diagram Alur Penelitian Model Log-linear Empat Dimensi .....	22
Gambar 2 Grafik Data Waktu, Lokasi, dan Jenis Kecelakaan akibat pengemudi mengalami kelelahan.....	26
Gambar 3 Grafik Data Waktu, Lokasi, dan Jenis Kecelakaan Akibat Ketidak Terampilan Pengemudi Pada Saat Berkendara .....	27
Gambar 4 Grafik Data Waktu, Lokasi, dan Jenis Kecelakaan Akibat Ketidak Disiplinan Pengemudi Pada Saat Berkendara .....	28
Gambar 5 Interaksi Antara Waktu, lokasi, dan Jenis kecelakaan .....	46
Gambar 6 Interaksi Antara Waktu, Lokasi, dan Perilaku Pengemudi .....	47
Gambar 7 Interaksi Antara Jenis kecelakaan dan Perilaku Pengemudi .....	48

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang dan Masalah**

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan bermotor dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 22, 2009). Akibat terjadinya kecelakaan meliputi korban meninggal dunia, luka berat dan ringan, serta kerugian materi yang tidak kecil jumlahnya (Adisasmita, 2011). Secara umum kecelakaan lalu lintas yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelalaian manusia, kondisi jalan, kelayakan kendaraan dan faktor lingkungan (Fachrurozy, 1996).

Masalah perilaku berlalu lintas sudah menjadi suatu fenomena yang umum terjadi diberbagai negara tidak terkecuali di negara berkembang seperti Indonesia. Padatnya lalu lintas disekitar tanpa didukung oleh sarana yang baik dan kurangnya kesadaran masyarakat akan disiplin berlalu lintas dapat memicu timbulnya berbagai pelanggaran sehingga berpotensi terjadinya kecelakaan. Kecelakaan lalu lintas pada umumnya terjadi karena berbagai faktor penyebab seperti manusia, kondisi kendaraan, kondisi jalan, dan kondisi lingkungan. Faktor manusia memegang peranan yang sangat dominan. Sikap tidak disiplin dan pelanggaran tata tertib lalu lintas pada

Umumnya terjadi karena faktor manusia, yaitu kurangnya kesadaran akan aman berkendara (Wibowo, 2006).

Terdapat lebih dari 1,25 juta korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas dan 50 juta orang luka berat. Dari jumlah ini 90% terjadi di negara berkembang dimana jumlah kendaraannya hanya 54% dari jumlah kendaraan yang terdaftar di dunia (WHO, 2015). Ada beberapa negara yang masih memiliki tingkat kematian akibat kecelakaan lalu lintas dengan tingkat kematian yang tinggi seperti yang dilansir *Global Status Report on Road Safety* pada tahun (2015), diantaranya adalah negara Tiongkok, India, Nigeria, Brazil, dan Indonesia, kecelakaan lalu lintas di Indonesia menurut WHO dinilai menjadi pembunuh terbesar ketiga, dibawah penyakit jantung koroner dan Tuberculosis (TBC). Angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia sepanjang periode Januari sampai September 2022 jumlah kecelakaan lalu lintas diseluruh Indonesia mencapai 94,6 ribu kasus. Jumlah tersebut melonjak 34,6% dari periode yang sama pada tahun 2021, yang jumlahnya sekitar 70,2 ribu kasus. Seluruh kasus kecelakaan lalu lintas yang terjadi di periode Januari sampai September 2022 telah mengakibatkan 19.054 orang meninggal dunia. Korban meninggal akibat kecelakaan tersebut bertambah 683 orang atau naik 3,7% dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2021.

Di dalam ilmu statistika terdapat banyak metode yang digunakan untuk menganalisis suatu kasus atau permasalahan dalam sebuah penelitian, diantaranya yaitu metode analisis log-linear. Model log-linear merupakan salah satu kasus khusus pada *Generalized Linear Models* (GLM) untuk data yang berdistribusi Poisson. Model log-linear digunakan untuk menganalisis hubungan antara peubah respon yang bersifat kategori yang membentuk tabel kontigensi. (Agresti, 1990).

Penggunaan data yang dikategorikan menjadi satu atau lebih kategori ditemukan dalam banyak penelitian, sebagai contoh dalam penelitian ini yaitu jenis kecelakaan

yang menunjukkan jumlah kendaraan yang terlibat kecelakaan lalu lintas yang menurut Ditjen Perhubungan Darat (2006) dapat dikelompokan meliputi kecelakaan tunggal, dan kecelakaan ganda. Data seperti ini dikatakan sebagai data kategorik. Pada umumnya dalam menyajikan suatu data dapat dibuat dalam bentuk tabel. Tabel biasanya terdiri dari baris dan kolom yang menggambarkan suatu peubah dan frekuensinya. Dalam permasalahan ini data kategorik yang memiliki beberapa peubah disajikan dalam suatu tabel klasifikasi silang atau tabel kontingensi, tabel kontingensi sering disebut tabulasi silang (*Cross tabulation* atau *cross classification*) adalah tabel yang berisi data jumlah atau frekuensi bebarapa klasifikasi (Kategori). Metode *cross tabulation* dapat menjawab hubungan antara dua, tiga, atau lebih peubah pada suatu penelitian tetapi bukan hubungan sebab akibat. Semakin banyak jumlah peubah yang ditabulasikan maka semakin baik interpretasinya. (Agresti, 1990).

Pada penelitian kali ini akan dilakukan analisis pembentukan model log-linear empat dimensi dengan menggunakan data kecelakaan lau lintas di Provinsi Lampung periode 2021 sampai 2022 untuk mengetahui hubungan antara waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan, dan perilaku pengemudi yang menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas maka diketahui terdapat empat peubah yang akan diteliti sehingga metode yang akan di gunakan adalah metode analisis log-linear empat dimensi.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan prosedur analisis menggunakan model log-linear empat dimensi selanjutnya untuk menentukan model terbaik dari rata-rata jumlah terjadinya kecelakaan lalu lintas di Provinsi Lampung tahun 2021 sampai 2022 berdasarkan waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan, dan

perilaku pengemudi yang menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas, serta mengetahui hubungan antara keempat peubah.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami cara menganalisis menggunakan model log-linear empat dimensi
2. Mampu menentukan model terbaik dari rata-rata jumlah kecelakaan lalu lintas di Provinsi Lampung tahun 2021 sampai 2022 berdasarkan waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan, dan perilaku pengemudi yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas dengan menggunakan model log-linear
3. Mampu mengetahui apakah terdapat hubungan antara peubah waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan, dan perilaku pengemudi yang menyebabkan terjadinya kecelakaan
4. Sebagai sarana pengaplikasian ilmu pengetahuan yang di dapatkan selama perkuliahan kedalam kehidupan sehari hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peubah Kategorik

Peubah kategorik merupakan peubah yang nilai-nilainya hanya bersifat mengklasifikasikan objek atau individu yang saling terpisah. Terdapat dua macam peubah kategorik yaitu nominal dan ordinal. Peubah nominal merupakan peubah kategorik yang setiap tingkatannya tidak mempunyai urutan. Menurut Velleman dan Wilkinson (1993) peubah nominal tidak memerlukan penetapan nilai numerik, melainkan hanya sebagai pengidentifikasi untuk klasifikasi kualitatif atau kategorisasi. Peubah nominal mengkategorikan objek kedalam peubah yang dapat dibedakan berdasarkan karakteristiknya namun tidak dapat diukur seperti lokasi kecelakaan (Non persimpangan atau jalan lurus, tikungan, dan persimpangan). Jumlah kemunculan dalam setiap kategori disebut sebagai frekuensi untuk kategori tersebut. Sedangkan peubah ordinal merupakan peubah kategorik yang setiap tingkatannya mempunyai urutan. Peubah ordinal bukan hanya menyatakan kategori, tetapi juga menyatakan peringkat *construct* yang diukur dengan tujuan untuk memberikan informasi berupa nilai pada jawaban (Sugiyono, 2017).

Model statistika yang diterapkan pada peubah nominal juga dapat diterapkan untuk peubah ordinal tetapi tidak berlaku sebaliknya. Ketika objek diklasifikasikan secara bersamaan oleh dua atau lebih peubah, hasil klasifikasi silang tersebut dapat diatur sebagai tabel hitungan yang dikenal sebagai tabel kontingensi. Pola hubungan antar

peubah pengklasifikasi dapat diukur dengan menghitung ukuran hubungan tertentu atau dengan membentuk model log-linear yang sesuai (Lawal, 2003).

## 2.2 Peluang Bersyarat dan Independensi

Peluang merupakan angka atau besaran yang digunakan untuk mengespresikan seberapa mungkin sesuatu terjadi (Male & Lumbantoruan, 2020). Peluang dapat dibedakan menjadi dua yaitu peluang tunggal dan peluang bersyarat, peluang tunggal merupakan suatu kemungkinan terjadinya kejadian yang bersifat independen. Secara umum peluang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P(A) = \frac{(\text{Jumlah kejadian } A)}{(\text{Jumlah data})} \quad (2.1)$$

Peluang  $P(A)$  merupakan peluang kejadian  $A$ . Menurut Manalu (2019) rentang peluang dari nol sampai satu. Jika peluang kejadian bernilai sama dengan nol maka kejadian itu mustahil terjadi dan ketika peluang suatu kejadian bernilai sama dengan satu maka pasti akan terjadi.

Peluang marginal dan peluang bersyarat juga memiliki peran penting dalam analisis log-linear. Peluang bersyarat merupakan kemungkinan terjadinya suatu kejadian jika kejadian yang lain terjadi. Misalkan sebuah peristiwa  $B$  memiliki peluang  $P(B) > 0$ , peluang kondisional dari  $A$  jika  $B$  terjadi adalah:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (2.2)$$

dimana terdapat hubungan bersyarat antara peristiwa  $A$  dan  $B$  yaitu peristiwa  $A$  terjadi dengan didahului terjadinya peristiwa  $B$ . Dua peristiwa dikatakan mempunyai hubungan bersyarat jika peristiwa yang satu menjadi syarat terjadinya peristiwa yang

lain. Jika terjadinya atau tidak terjadinya peristiwa B tidak mempengaruhi terjadinya peristiwa A maka A dan B disebut peristiwa yang saling bebas atau independen. Kedua peristiwa tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut (Christensen, 1990):

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B) \quad (2.3)$$

### 2.3 Distribusi Poisson

Menurut Wibisono (2005) Distribusi *Poisson* digunakan jika mengambil banyaknya  $n$  percobaan relatif besar. Nilai-nilai probabilitas distribusi *Poisson* hanya bergantung pada parameter  $\mu$  yaitu rata-rata banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama selang waktu tertentu. Salah satu ciri bahwa suatu penelitian menggunakan distribusi *Poisson* yaitu berhubungan dengan waktu. Rumus umum distribusi *Poisson* adalah (Walpole & Myers, 2003).

$$P(X) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!}, x = 0, 1, 2, \dots \quad (2.4)$$

dengan

$e$  = konstanta  $\approx 2,71828$

$x$  = Banyaknya hasil penelitian yang terjadi selama selang waktu tertentu

$\mu$  = Nilai rata-rata

### 2.4 Odds Rasio

Rasio kecenderungan (Odds Rasio) merupakan suatu ukuran berupa angka yang didefinisikan sebagai rasio kemungkinan peristiwa yang terjadi dalam suatu kelompok dengan perbandingan kemungkinan hal yang sama terjadi dikelompok lain.



Untuk nilai peluang  $\pi$  adalah berhasil, maka nilai odds didefinisikan sebagai berikut (Agresti, 1990):

$$\Omega_i = \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \quad (2.5)$$

Dalam tabel kontingensi 2x2 Odds Ratio dalam populasi adalah :

$$\theta = \frac{\pi_1/(1 - \pi_1)}{\pi_2/(1 - \pi_2)} \quad (2.6)$$

## 2.5 Metode Maximum Likelihood

Metode Maximum likelihood adalah teknik yang sangat luas dipakai dalam penaksiran suatu parameter distribusi data dan tetap dominan dipakai dalam pengembangan uji-uji yang baru (Lehmann, 1986).

Andaikan  $x_1, x_2, \dots, x_n$  disebut peubah acak berukuran  $n$  dari suatu distribusi dengan fungsi kepekatan peluang  $f(x; \theta)$  yang bergantung pada  $\theta \in \Omega$ ,  $\Omega$  disebut semesta dari parameter, karena  $x_1, x_2, \dots, x_n$  merupakan sampel acak, fungsi kepekatan peluang bersama dari  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dapat dinyatakan sebagai berikut (Hogg, 1995):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) = f(x_1; \theta)f(x_2; \theta) \dots f(x_n; \theta) \quad (2.7)$$

Fungsi kepekatan peluang bersama dari  $x_1, x_2, \dots, x_n$  mengandung parameter  $\theta$ , sehingga persamaan (2.5) dapat dituliskan sebagai suatu fungsi dari  $\theta$ , disebut  $L(\theta)$ .

$$\begin{aligned} L(\theta) &= f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) \\ &= f(x_1; \theta)f(x_2; \theta) \dots f(x_n; \theta) \\ &= \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \end{aligned} \quad (2.8)$$

dimana  $L(\theta)$  disebut fungsi likelihood.

Misal akan dicari  $\theta$  yang memaksimumkan  $L(\theta)$  untuk mempermudah perhitungan dalam mencari nilai  $\theta$ ,  $L(\theta)$  dapat dimodifikasi ke dalam bentuk log, karena nilai  $\theta$  yang memaksimumkan  $\log L(\theta)$  sama dengan nilai  $\theta$  yang memaksimumkan  $L(\theta)$ . Maka persamaan (2.6) dimodifikasi menjadi:

$$\begin{aligned}\log L(\theta) &= \log[\prod_{i=1}^n f(x_i; \theta)] \\ &= \sum_{i=1}^n \log f(x_i; \theta)\end{aligned}\quad (2.9)$$

Nilai  $\theta$  yang memaksimumkan  $\log L(\theta)$ , diperoleh dengan mendifferensialkan  $\log L(\theta)$  terhadap  $\theta$  dan menyamakan dengan 0, dan memastikan bahwa differensial keduanya kurang dari 0.

$$\frac{d\log L(\theta)}{d\theta} = 0 \quad (2.10)$$

$$\frac{d^2 \log L(\theta)}{d\theta^2} < 0 \quad (2.11)$$

Nilai  $\theta = u(x_1, x_2, \dots, x_n)$  yang memaksimumkan  $\log L(\theta)$  disebut sebagai taksiran *maximum likelihood* dari  $\theta$  dan dinotasikan dengan  $\hat{\theta}$  (Ilmma, 2009).

## 2.6 Tabel Kontingensi Empat Dimensi

Tabel kontingensi terus meningkat mulai dari dua dimensi menjadi tiga dimensi, tiga dimensi menjadi empat dimensi dan seterusnya. Dimensi terbagi menjadi yang paling sederhana yaitu dimensi satu, sampai yang paling rumit yaitu multidimensi yang terdiri dari tiga atau lebih paubah (Christensen, 1990)

Tabel kontingensi empat dimensi yang mempunyai ( $r \times s \times t \times u$ ) sel, terdiri dari  $r$  baris,  $s$  kolom,  $t$  layer, dan  $u$  lapis yang disebut sebagai tabel kontingensi  $r \times s \times t \times u$  dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Kontingensi  $r \times s \times t \times u$

Peubah (W)	Peubah (L)	Peubah (J)	Peubah (P)			Total
			$P_1$	...	$P_u$	
$W_1$	$L_1$	$J_1$	$n_{1111}$	...	$n_{111u}$	$n_{111+}$
		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
		$J_t$	$n_{11t1}$	...	$n_{11tu}$	$n_{11t+}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
	$L_s$	$J_1$	$n_{1s11}$	...	$n_{1s1u}$	$n_{1s1+}$
		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$J_t$		$n_{1st1}$	...	$n_{1stu}$	$n_{1st+}$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$W_r$	$L_1$	$J_1$	$n_{r111}$	...	$n_{r11u}$	$n_{r11+}$
		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
		$J_t$	$n_{r1t1}$	...	$n_{r1tu}$	$n_{r1t+}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
	$L_s$	$J_1$	$n_{rs11}$	...	$n_{rs1u}$	$n_{rs1+}$
		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$
$J_t$		$n_{rst1}$	...	$n_{rstu}$	$n_{rst+}$	
<b>Total</b>			$n_{+++1}$	...	$n_{+++u}$	$n_{++++}$

dimana

$n_{rstu}$  = Banyaknya observasi pada baris ke- $r$ , kolom ke- $s$ , layer ke- $t$ , dan lapis ke- $u$

$n_{1stu}$  = Banyaknya observasi pada baris ke-1, kolom ke- $s$ , layer ke- $t$ , dan lapis ke- $u$

$n_{r1tu}$  = Banyaknya observasi pada baris ke- $r$ , kolom ke-1, layer ke- $t$ , dan lapis ke- $u$

$n_{rs1u}$  = Banyaknya observasi pada baris ke- $r$ , kolom ke- $s$ , layer ke-1, dan lapis ke- $u$

$n_{rst1}$  = Banyaknya observasi pada baris ke- $r$ , kolom ke- $s$ , layer ke- $t$ , dan lapis ke-1

## 2.7 Model Log-Linear

Model log-linear merupakan salah satu kasus khusus pada *Generalized Linear Models* untuk data yang memiliki distribusi *Poisson*. Model log-linear digunakan untuk menganalisa hubungan antara peubah respon yang bersifat kategorik yang membentuk tabel kontingensi dan menentukan peubah mana yang cenderung menimbulkan dependensi (Agresti, 2002). Model log-linear bukan hanya dapat digunakan untuk menganalisis hubungan diantara dua peubah kategori, tetapi juga dapat digunakan untuk menganalisis tabel kontingensi multivariate yang terdiri atas tiga atau lebih peubah. Model log-linear yang melibatkan semakin banyak peubah akan menjadi lebih rumit (Christensen, 1990).

## 2.8 Model Log-Linear Empat Dimensi

Model log-linear empat dimensi merupakan perluasan dari model log-linear tiga dimensi atau model log-linear trivariat sehingga model log-linear empat dimensi termasuk model log-linear berdimensi tinggi. Model log-linear empat dimensi terdiri dari empat kategori, misalnya peubah  $W$ ,  $L$ ,  $J$  dan  $P$ . Dimana peubah  $W$  terdiri dari  $r$  kategori, peubah  $L$  terdiri dari  $s$  kategori, peubah  $J$  terdiri dari  $t$  kategori, dan peubah  $P$  terdiri dari  $u$  kategori. Dengan total pengamatan sebanyak  $n$  dan pengamatan untuk sel  $(r,s,t,u)$  dengan  $n_{r,s,t,u}$  sedangkan nilai ekspektasi untuk sel  $(r,s,t,u)$  dinotasikan dengan  $\mu_{r,s,t,u}$ .

### 1. Model Log-linear Independen

Model log-linear yang paling sederhana untuk tabel empat dimensi yaitu model log-linear dengan empat peubah yang saling independen atau *mutual independence* yang disimbolkan dengan (W,L,J dan P) mempunyai persamaan (Budiyono et al., 2015):

$$\log \mu_{r,s,t,u} = \lambda + \lambda_r^W + \lambda_s^L + \lambda_t^J + \lambda_u^P \quad (2.12)$$

## 2. Model Log-linear Lengkap

Model log-linear yang memuat interaksi keempat peubahnya merupakan model lengkap atau *saturated model* yang disimbolkan dengan (W,L,J dan P) mempunyai persamaan (Simonoff, 2003):

$$\log \mu_{r,s,t,u} = \lambda + \lambda_r^W + \lambda_s^L + \lambda_t^J + \lambda_u^P + \lambda_{rs}^{WL} + \lambda_{rt}^{WJ} + \lambda_{ru}^{WP} + \lambda_{st}^{LJ} + \lambda_{su}^{LP} + \lambda_{tu}^{JP} + \lambda_{rst}^{WLJ} + \lambda_{rsu}^{WLP} + \lambda_{rtu}^{WJP} + \lambda_{stu}^{LJP} + \lambda_{rstu}^{WLJP} \quad (2.13)$$

dimana

$\mu_{r,s,t,u}$  = frekuensi harapan dalam sel- $r,s,t,u$

$\lambda$  = parameter rata-rata keseluruhan

$\lambda_r^W$  = efek utama peubah  $W$  atau pengaruh faktor  $W$  kategori-  $r$

$\lambda_s^L$  = efek utama peubah  $L$  atau pengaruh faktor  $L$  kategori-  $s$

$\lambda_t^J$  = efek utama peubah  $J$  atau pengaruh faktor  $J$  kategori-  $t$

$\lambda_u^P$  = efek utama peubah  $P$  atau pengaruh faktor  $P$  kategori-  $u$

$\lambda_{rs}^{WL}$  = efek interaksi peubah  $W$  dan  $L$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $rs$

$\lambda_{rt}^{WJ}$  = efek interaksi peubah  $W$  dan  $J$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $rt$

$\lambda_{ru}^{WP}$  = efek interaksi peubah  $W$  dan  $P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $ru$

$\lambda_{st}^{LJ}$  = efek interaksi peubah  $L$  dan  $J$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $st$

$\lambda_{su}^{LP}$  = efek interaksi peubah  $L$  dan  $P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $su$

$\lambda_{tu}^{JP}$  = efek interaksi peubah  $J$  dan  $P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $tu$

$\lambda_{rst}^{WLJ}$  = efek interaksi peubah  $W,L,J$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $rst$

$\lambda_{rsu}^{WLP}$  = efek interaksi peubah  $W,L,P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $rsu$

$\lambda_{rtu}^{WJP}$  = efek interaksi peubah  $W,J,P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $rtu$

$\lambda_{stu}^{LJP}$  = efek interaksi peubah  $L,J,P$  atau pengaruh faktor interaksi sel- $stu$

$\lambda_{rstu}^{WLJP}$  = efek interaksi peubah  $W,L,J$  dan  $P$  atau pengaruh faktor interaksi sel

$rstu$

Ada beberapa model yang mungkin terbentuk dalam model log-linear empat dimensi. Model yang mungkin terbentuk adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Model Log-Linear Empat Dimensi yang Mungkin Terbentuk

No	Simbol Tipe Model	Model Yang Setipe
1.	Tidak memuat interaksi (W,L,J,P)	-
2.	Memuat 1 interaksi 2 faktor (WL,J,P)	(WL,J,P), (WP,L,J), (LJ,W,P), (LP,W,J), (JP,W,L)
3.	Memuat 2 interaksi 2 faktor (WL,JP)	(WJ,LP), (WP,LJ)
4.	Memuat 2 interaksi 2 faktor (WL,WJ,P)	(WL,WP,J), (WL,LJ,P), (WL,LP,J), (WJ,WP,L), (WJ,LJ,P), (WJ,JP,L), (WP,LP,J), (WP,JP,L), (LJ,LP,W), (LJ,JP,W), (LP,JP,W)
5.	Memuat 3 interaksi 2 faktor (WL,WJ,WP)	(WL,LJ,LP), (WJ,LJ,JP), (WP,LP,JP)
6.	Memuat 3 interaksi 2 faktor (WL,WJ,LP)	(WL,WJ,JP), (WL,WP,LJ), (WL,WP,JP), (WL,LJ,JP), (WL,LP,JP), (WJ,WP,LJ), (WJ,WP,LP), (WJ,LJ,LP), (WJ,LP,JP), (WP,LJ,LP), (WP,LJ,JP).
7.	Memuat 3 interaksi 2 faktor (WL,WJ,LJ,P)	(WL,WP,LP,J), (WJ,WP,JP,W), (LJ,LP,JP,W)
8.	Memuat 4 interaksi 2 faktor (WL,WJ,LJ,JP)	(WL,WJ,WP,LP), (WL,WJ,WP,JP), (WL,WJ,LJ,LP), (WL,WJ,WP,LJ), (WL,WJ,LP,JP), (WL,WP,LJ,LP), (WL,WP,LJ,JP), (WL,WP,LP,JP), (WL,LJ,LP,JP), (WJ,WP,LJ,LP), (WJ,WP,LJ,JP), (WJ,WP,LP,JP), (WJ,LJ,LP,JP), (WP,LJ,LP,JP)
9.	Memuat 5 interaksi 2 faktor (WL,WJ,WP,LJ,LP)	(WL,WJ,WP,LJ,JP), (WL,WJ,WP,LP,JP), (WL,WJ,LJ,LP,JP), (WL,WP,LJ,LP,JP), (WJ,WP,WJ,LP,JP)
10.	Memuat 6 interaksi 2 faktor (WL,WJ,WP,LJ,LP,JP)	-
11.	Memuat 1 interaksi 3 faktor (WLJ,P)	(WLP,J), (WJP,L), (JWP,L)
12.	Memuat 2 interaksi 3 faktor (WLJ,WLP)	(WLJ,WJP), (WLJ,LJP), (WLP,WJP), (WLP,LJP), (WJP,LJP)
13.	Memuat 3 interaksi 3 faktor	(WLJ,WLP,LJP), (WLP,WJP,LJP),

Tabel 2. (Lanjutan)

	(WLJ,WLP,WJP)	(WLJ,WJP,LJP)
14.	Memuat 4 interaksi 3 faktor (WLJ,WLP,WJP,LJP)	-
15.	Memuat 1 interaksi 3 faktor (WLJ,WP)	(WLJ,LP), (WLJ,JP), (WLP,WJ), (WLP,LJ), (WLP,JP), (WJP,WL), (WJP,LJ), (WJP,LP), (LJP,WL), (LJP,WJ), (LJP,WP)
16.	Memuat 2 interaksi 3 faktor (WLJ,WLP,JP)	(WLJ,WJP,LP), (WLJ,LJP,WP), (WLP,WJP,LJ), (WLP,LJP,WJ), (WJP,LJP,WL)
17.	Memuat 1 interaksi 3 faktor (WLJ,WP,LP,JP)	(WLP,WJ,LJ,JP), (WJP,WL,LJ,LP), (LJP,WL,WJ,WP)
18.	Memuat 1 interaksi 3 faktor (WLJ,LP,JP)	(WLP,LJ,JP), (WJP,LJ,LP), (LJP,WJ,WP), (LJP,WL,WJ), (LJP,WL,WP), (WJP,WL,LJ), (WJP,WL,LP), (WLP,WJ,LJ), (WLP,WJ,JP), (WLJ,WP,LP), (WLJ,LP,JP)
19.	Memuat 1 interaksi 4 faktor (WLJP)	-

## 2.9 Menentukan Estimasi Frekuensi Harapan

Estimasi frekuensi harapan merupakan perkiraan yang terjadi dari nilai masing-masing kategori pada setiap peubahnya (Agresti, 2002). Cara untuk mencari estimasi frekuensi harapan untuk model log-linear empat dimensi menggunakan metode maksimum *likelihood*. Misalnya  $n_{rstu}$  merupakan data observasi peubah W,L,J, dan P yang berdistribusi *poisson* dan  $\mu_{rstu}$  merupakan nilai harapan. Maka fungsi kepadatan peluangnya:

$$f(n_{rstu}; \mu_{rstu}) = \frac{e^{-\mu_{rstu}} (\mu_{rstu})^{n_{rstu}}}{n_{rstu}!} \quad (2.14)$$

Sedangkan untuk fungsi likelihoodnya adalah:

$$L(\mu) = \prod_{w=1}^W \prod_{l=1}^L \prod_{j=1}^J \prod_{p=1}^P \frac{e^{-\mu_{rstu}} (\mu_{rstu})^{n_{rstu}}}{n_{rstu}!} \quad (2.15)$$

Sehingga fungsi likelihoodnya adalah:

$$L(\mu) = \sum_{w=1}^W \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P n_{rstu} \log\{\mu_{rstu}\} - \sum_{w=1}^W \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P \mu_{rstu} - \sum_{w=1}^W \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P n_{rstu} \log\{n_{rstu}!\} \quad (2.16)$$

Fungsi *likelihood* yang digunakan merupakan fungsi yang hanya memuat parameter model. Bagian yang tidak memuat parameter model dianggap konstan. Fungsi log-likelihood pada persamaan (2.14) menjadi:

$$L(\mu) = \sum_{w=1}^W \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P n_{rstu} \log\{\mu_{rstu}\} - \sum_{w=1}^W \sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P \mu_{rstu} \quad (2.17)$$

Menurut Agresti (2002) untuk memperoleh estimator setiap parameter maka  $L(\mu)$  diturunkan terhadap parameter-parameter model yang masing-masing disamakan dengan nol. Estimasi frekuensi harapan setiap model log-linear empat dimensi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi Frekuensi Harapan

No	Simbol Tipe Model	Estimasi frekuensi Harapan
1.	(W,L,J,P)	$\frac{n_{r+++}n_{+s++}n_{++t+}n_{++++u}}{n^3}$
2.	(W,L,J,P)	$\frac{n_{rs++}n_{++t+}n_{++++u}}{n^2}$
3.	(WL,JP)	$\frac{n_{rs++}n_{++tu}}{n}$
4.	(WL,WJ,P)	$\frac{n_{rs++}n_{r+t+}n_{r+u}}{n_{r+++}n}$



Tabel 3. (Lanjutan)

5.	(WL,WJ,WP)	$\frac{n_{rs++}n_{r+t+}n_{r++u}}{(n_{r+++})^2}$
6.	(WL,WJ,LP)	$\frac{n_{rs++}n_{r+t+}n_{r++u}}{n_{r+++}n_{s++}}$
7.	(WLJ,P)	$\frac{n_{rst+}n_{rs+u}}{n}$
8.	(WLJ,WLP)	$\frac{n_{rst+}n_{rs+u}}{n_{rs++}}$
9.	(WLJ,WP)	$\frac{n_{rst+}n_{r++u}}{n_{r+++}}$

dimana

$n_{r+++}$  = Jumlah nilai observasi dari kategorik ke- $r$  peubah  $W$

$n_{+s++}$  = Jumlah nilai observasi dari kategorik ke- $s$  peubah  $L$

$n_{++t+}$  = Jumlah nilai observasi dari kategorik ke- $t$  peubah  $J$

$n_{+++u}$  = Jumlah nilai observasi dari kategorik ke- $u$  peubah  $P$

$n_{++++}$  = Jumlah nilai dari seluruh kategorik dan seluruh peubah

## 2.10 Uji Goodness of Fit

Setelah didapatkan estimasi parameter model, langkah selanjutnya adalah melakukan uji *goodness of Fit* dapat menggunakan dua statistik uji yaitu statistik *Chi-Square* atau *Likelihood Rasio Square*. Statistik *Chi-Square* juga digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang signifikan antar variabel yang diukur. 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* ( $X^2$ ) (Agresti, 1990)

Hipotesis:  $H_0$  : Model sesuai ( $n_{rstu}$  mendekati  $\hat{\mu}_{rstu}$ )

$H_1$  : Model tidak sesuai ( $n_{rstu}$  tidak mendekati  $\hat{\mu}_{rstu}$ )

Statistik uji: terdapat dua metode untuk statistik uji, yaitu Likelihood Ratio Test ( $G^2$ ) atau uji *Pearson Chi-Square* ( $X^2$ ).

$$\text{Likelihood Ratio Test: } G^2 = 2 \sum_{r=1}^W \sum_{s=1}^L \sum_{t=1}^J \sum_{u=1}^P n_{rstu} \log \left( \frac{n_{rstu}}{\hat{\mu}_{rstu}} \right) \quad (2.18)$$

$$\text{Pearson Chi-Square: } X^2 = \sum_{r=1}^W \sum_{s=1}^L \sum_{t=1}^J \sum_{u=1}^P \log \frac{(n_{rstu} - \hat{\mu}_{rstu})^2}{\hat{\mu}_{rstu}} \quad (2.19)$$

Kriteria penolakan : jika  $G^2 > X^2_{(\alpha, df)}$  atau nilai signifikansi  $< \alpha$  maka tolak  $H_0$ . Nilai derajat bebas (*db*) untuk model log-linear empat dimensi sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Derajat Bebas Untuk Model Log-linear Empat Dimensi

<b>Simbol Model Log-Linear</b>	<b>Derajat Bebas (df)</b>
(W,L,J,P)	$RSTU - R - S - T - U + 3$
(WL,J,P)	$RSTU - RS - T - U + 2$
(WL,JP)	$(RS - 1)(TU - 1)$
(WL,WJ,P)	$RSTU - RS - RT - U + 1$
(WL,WJ,WP)	$RSTU - RS - RT - SP + 2R$
(WL,WJ,LP)	$RSTU - RS - RT - SU + R + S$
(WL,WJ,LJ,P)	$RSTU - RS - RT - ST - U + R + S + T$
(WL,WJ,LJ,WP)	$RSTU - RS - RT - ST - TU + R - S + 2T - R$
(WL,WJ,WP,LJ,LP)	$RSTU - RS - RT - RU - ST - SU + 2R + 2S + 2T + T + U - 2$
(WL,WJ,WP,LJ,LP,JP)	$RSTU - RS - RT - RU - ST - SU - TU + 2R + 2S + 2T + 2U - 3$
(WLJ,P)	$(RST - 1)(U - 1)$
(WLJ,WLP)	$RS(T - 1)(U - 1)$
(WLJ,WLP,WJP)	$RSTU - RST - RSU - RTU + 2R + S + T + U - 3$
(WLJ,WLP,WJP,LJP)	$RSTU - RST - RSU - RTU - STU + 2R + 2S + 2T + 2U - 5$
(WLJ,WP)	$R(ST - 1)(U - 1)$
(WLJ,WLP,JP)	$RSTU - RST - RSU - TU + R + S + T + U - 2$
(WLJ,WP,LP,JP)	$RSTU - RST - RU - SU - TU + R + S + T + 2U - 2$
(WLJ,LP,JP)	$RSTU - RST - SU - TU + S + T + U - 1$
(WLJP)	0

### 2.11 Seleksi Model Terbaik

Untuk Memilih model yang sesuai perlu dilakukan secara bertahap. Dimulai dengan menguji *Goodness of Fit* untuk semua model log-linear empat dimensi yang terbentuk dimana untuk model yang tidak signifikan akan dihilangkan. Setelah model terpilih, langkah selanjutnya adalah mencari nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Nilai (AIC).merupakan salah satu cara untuk menyeleksi model terbaik. Akaike (1973) mengusulkan kriteria informasi yang terkandung dalam model statistika dan menganjurkan untuk memilih model yang memaksimalkan informasi untuk model log linear, memaksimalkan jumlah *Akaike's Information Criterion* (AIC). Yaitu dengan memilih model yang mempunyai nilai AIC terkecil. Nilai AIC dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A_{x-q} = G^2(X) - 2df \quad (2.20)$$

dimana

$A_{x-q}$  = Nilai AIC

$G^2(X)$  = Nilai rasio likelihood model x

df = Derajat bebas

### 2.12 Interaksi Antar Peubah Pada Model Terbaik

Interaksi antar peubah adalah pengaruh suatu peubah yang bergantung pada peubah lainnya. Interaksi menunjukkan pola tiap faktor yang diuji berbeda. Jika garis pada kategori yang dijadikan pembanding tidak paralel atau jika adanya persilangan garis pada grafik, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi (Field, 2009).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun 2022/2023 bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika, dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Ditlantas Polda Lampung Terdapat empat peubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan dan perilaku pengemudi yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas di Provinsi Lampung tahun 2021 sampai 2022. Setiap peubah dikategorikan menjadi beberapa kategori sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan. Adapun pengkategorian masing-masing peubah sebagai berikut:

##### **1. Waktu Kecelakaan**

Suasana jalan raya yang padat sebagai aspek penyebab kecelakaan lalu lintas biasanya berhubungan dengan aspek waktu dimana pada waktu tertentu kepadatan lalu lintas berkurang ataupun padat dengan pengguna jalan. Berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan lalu lintas (.Sukirman, 1999) membagi menjadi :

- a. Dini hari : 00.00 – 06.00 WIB
- b. Pagi hari : 06.00 – 12.00 WIB
- c. Siang hari : 12.00 – 18.00 WIB
- d. Malam hari : 18.00 – 24.00 WIB

Dalam penelitian kali ini penulis membagi waktu kecelakaan berdasarkan data yang didapatkan dari Ditlantas Polda Lampung yaitu pukul 00.00-18.00 WIB(Siang Hari) sampai 18.00-24.00 WIB (Malam Hari).

## 2. Lokasi Kecelakaan

Lokasi merupakan penunjuk tempat dimana terjadinya kecelakaan lalu lintas menurut Kadiyali (1983) mengklasifikasikan lokasi kecelakaan meliputi:

- a. Non persimpangan atau jalan lurus
- b. Tikungan
- c. Persimpangan
- d. Tanjakan, turunan, di dataran atau di pegunungan, di luar kota maupun didalam kota

Dalam penelitian kali ini penulis membagi lokasi kecelakaan berdasarkan data yang didapatkan dari Ditlantas Polda Lampung yaitu meliputi Non persimpangan atau jalan lurus, persimpangan, dan tikungan.

## 3. Jenis Kecelakaan

Menurut Ditjen Perhubungan Darat (2006) berdasarkan jenis kecelakaan atau jumlah kendaraan yang terlibat kecelakaan lalu lintas dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Kecelakaan tunggal yaitu kecelakaan yang hanya melibatkan satu kendaraan bermotor dan tidak melibatkan pemakai jalan lain, contohnya seperti menabrak pohon, kendaraan tergelincir, dan terguling akibat ban pecah.
- b. Kecelakaan ganda yaitu kecelakaan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan atau kendaraan dengan pejalan kaki yang mengalami kecelakaan diwaktu dan tempat yang bersamaan.

## 4. Perilaku pengemudi

Menurut Fachrurozy (1996) hal yang mempengaruhi tingkah laku pengemudi di jalan raya antara lain:

- a. Disiplin pengemudi
- b. Keterampilan pengemudi
- c. Kondisi fisik atau psikologis pengemudi
- d. Sebab lain seperti manajemen perusahaan angkutan yang buruk, sehingga pengemudi sering mengejar muatan untuk memenuhi target

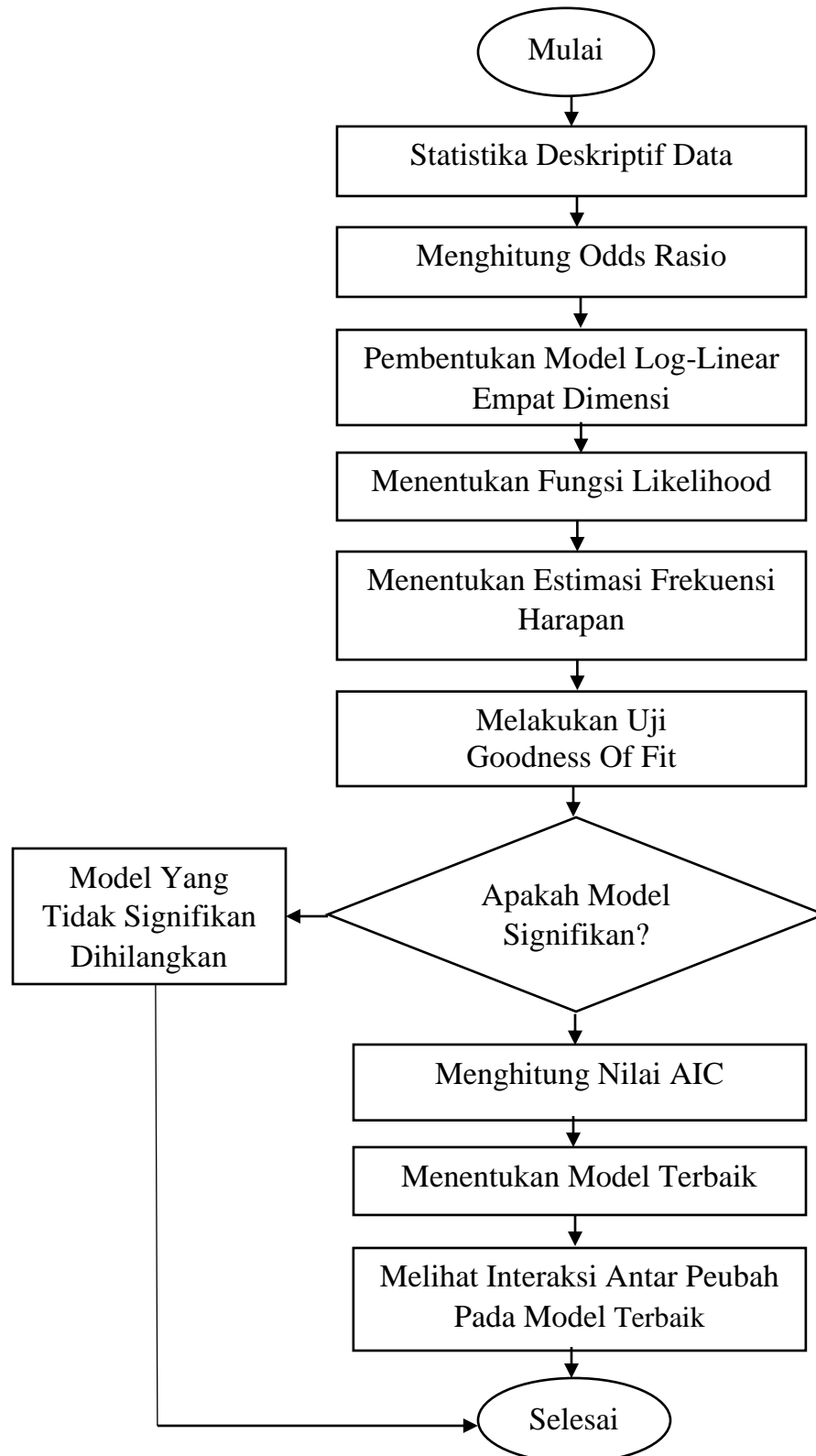
Pada penelitian kali ini penulis membagi perilaku pengemudi penyebab terjadinya kecelakaan kedalam tiga kategori berdasarkan data yang diperoleh dari Ditlantas Polda Lampung yaitu tidak disiplin dalam mengemudi, tidak terampil dalam mengemudi dan kondisi fisik atau kelelahan.

### 3.3 Metode Penelitian

Data yang diperoleh dalam penelitian ini diolah menggunakan bantuan software R dengan tahapan analisis sebagai berikut:

1. Melakukan analisis pada kasus dengan menggunakan statistika deskriptif
2. Melakukan analisis model log-linear dengan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Menjabarkan model-model yang kemungkinan terbentuk dari keempat peubah dimulai dari yang paling sederhana sampai model lengkap
  - b. Menentukan fungsi *likelihood* untuk memperoleh estimasi parameter yang sesuai.
  - c. Menentukan nilai frekuensi harapan masing-masing sel untuk setiap tipe model yang memiliki kemungkinan
  - d. Melakukan uji *goodness of fit* untuk melihat model yang dapat digunakan atau model yang sesuai
  - e. Menghitung nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) pada setiap model
  - f. Memilih model terbaik dengan melihat nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) terkecil dari setiap model.
3. Melihat interaksi antar peubah atau faktor model log-linear

Berikut ini merupakan diagram alur tahapan analisis model log-linear empat dimensi :



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian Model Log-linear Empat Dimensi

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data serta pembahasan yang telah dilakukan pada data sekunder kecelakaan lalu lintas di Provinsi Lampung pada tahun 2021 sampai 2022 berdasarkan waktu kecelakaan, lokasi kecelakaan, jenis kecelakaan, dan perilaku pengemudi yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan analisis model log-linear didapatkan model terbaik yaitu model  $[WLJ][WLP][JP]$ .
2. Dengan melihat nilai Odds ratio, dapat disimpulkan bahwa kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak disiplin di tikungan 1,12 kali lebih tinggi dibandingkan di jalan lurus, kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak disiplin di jalan lurus 0,93 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan. Kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak terampil di jalan lurus 0,89 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan, kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak terampil di jalan lurus 0,67 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan. Kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi mengalami kelelahan di tikungan 1,0 kali lebih tinggi dibandingkan di jalan lurus, kategori kecelakaan tunggal yang terjadi pada siang hari dengan



pengemudi mengalami kelelahan selama berkendara di persimpangan 2,3 kali lebih tinggi dibandingkan di jalan lurus. Kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak disiplin di jalan lurus 0,16 kali lebih tinggi dibandingkan di tikungan, kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak disiplin di jalan lurus 0,17 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan. Kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak terampil di jalan lurus 0,33 kali lebih tinggi di bandingkan di tikungan, kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi yang tidak terampil di jalan lurus 0,60 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan. Kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi mengalami kelelahan di jalan lurus 0,55 kali lebih tinggi dibandingkan di tikungan, kategori kecelakaan ganda yang terjadi pada siang hari dengan pengemudi mengalami kelelahan di jalan lurus 0,69 kali lebih tinggi dibandingkan di persimpangan.

## 5.2. Saran

Dalam penelitian kali ini hanya dilakukan analisis model log-linear multivariat empat dimensi dan penerapannya dalam studi kasus Kecelakaan Lalu Lintas di Provinsi Lampung pada Tahun 2021 sampai 2022. Oleh karena itu saran untuk penelitian selanjutnya yang tertarik melakukan penelitian dengan permasalahan yang serupa yaitu:

1. Melakukan analisis model log-linear dengan dimensi yang lebih tinggi lagi.
2. Taksiran parameter model dalam penelitian ini menggunakan metode maksimum *Likelihood*. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode penaksiran parameter lain salah satunya metode least square.
3. Melakukan pembahasan mengenai model log-linear secara lebih detail serta penerapannya dalam berbagai bidang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, S.A. 2011. *Jaringan Transportasi Teori dan Analisis*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis Second Edition*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Budiyono, M. A., Wahyuningsih, S., & Purnamasari, I. 2015. Model Log Linear untuk Empat Dimensi. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 101-112.
- Christensen, R. 1990. *Log-Linear Models*. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Ditjen Perhubungan Darat. 2006. *Buku Petunjuk Tata Cara Bersepeda Motor di Indonesia*. Jakarta: Departemen Perhubungan RI.
- DPR. 2012. Undang - Undang RI Nomor 22 Tahun 2009 Tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan* & Peraturan Pemerintah RI Nomor 55 Tahun 2012 Tentang *Kendaraan Beserta Penjelasannya*, Surabaya: Kesindo Utama. Surabaya.
- Fachrurrozy. 1996. *Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Pada Jalan Tol (Studi Kasus : Jalan Tol Srandol, Krapyak, Semarang, Jawa Tengah)*, naskah Tugas Akhir UGM, Yogyakarta.
- Field, A. 2009. *Discovering Statistic Using SPSS* Publications, Inc, California.

- Hogg, R. V. and Craig, A. T., 1995, *Introduction to Mathematical Statistics*, Fifth Edition, Prentice Hall, Inc, New York.
- Ilmma, Amri. 2009. *Taksiran Maksimum Likelihood Pada Model Persamaan Struktural Nonlinear*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Depok: Universitas Indonesia.
- Kadiyali. 1983. *Perbandingan Data Korban Fatal Kecelakaan Lalu Lintas Instansi Di Provinsi Jawa Barat, Jawa Barat*.
- Lawal, B. 2003. *Categorical Data Analisis With SAS and SPSS Applications*. London: Lawrence Erlbaum Associates, London.
- Lehmann. E.L. 1986. *Testing Statistical Hypotheses*. 2<sup>nd</sup>. Ed. : John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Lumbantoruan, J.H., & Male, H. 2020. *Analisis Miskonsepsi Pada Soal Cerita Teori Peluang di Program Studi Pendidikan Matematika*. *EduMatSains*, 4(2), 156-173.
- Manalu, R. uly. 2019. *Probabilitas* (J. H. Lumbantoruan (ed.)).
- Simonoff. J.S. 2003. *Analyzing Categorical Data*. Springer, New York.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfa Beta. Bandung.
- Sukirman, S. (1999). *Dasar-dasar perencanaan geometrik jalan*. Nova, Bandung, 201.
- Suryanto. 1988. *Metode Statistika Multivariat*. Depdikbud, Jakarta.
- Velleman dan Wilkinson. 1993. *Tipologi normal, ordinal, interval, dan rasio menyatkan*. *Ahli Statistik Amareika Serikat*, 47, 65-72.

- Walpole, R.E., dan Myres, R.H. 1995 *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan Edisi Keempat*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Walpole, R.E., Myres, R.H., & Myres, S.L. 2003. *Probabilitas dan Statistika Untuk Teknik dan Sains. PT. Prehallindo, Jakarta*.
- Wibowo. 2006. *Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Utama Kabupaten Sragen*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Wibisono, Y. 2005. *Metode Statistik*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- World Health Organization. 2015. Global Status Report on Road Safety. <https://www.afro.who.int/publications/global-status-report-road-safety-2015>. Diakses Pada 11 Februari 2024.