

ANALISIS MODEL LOG LINIER TIGA DIMENSI UNTUK DATA KUALITATIF DENGAN METODE FORWARD

Siti Fatimah Sihotang¹

Universitas Potensi Utama, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20241

Zuhri²

Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen Sukma, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20219

Abstrak. Model log linier tiga dimensi merupakan persamaan berbentuk model dalam statistika yang digunakan untuk menggambarkan ada tidaknya hubungan antara dua atau lebih variabel dan pola hubungannya sekaligus mengetahui sel-sel mana yang menyebabkan dependensi. Jumlah variabel yang dibahas dalam penelitian ini sebanyak tiga variabel. Setelah variabel diselidiki, pembentukan model loglinier menjadi penting karena tidak semua interaksi faktor model yang ada pada model lengkap menjadi signifikan dalam model yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan melakukan pemodelan log linier untuk mendapatkan suatu model akhir yang cocok dengan menggunakan metode Forward untuk contoh kasus data kualitatif. Dari contoh kasus yang telah dikerjakan, diketahui bahwa metode Forward merupakan metode pembentukan model yang terbaik karena metode ini lebih digunakan sebagai proses penambahan satu per satu interaksi antar faktor pada model untuk mengevaluasi pencocokan sebuah model. Hal ini akan memberikan alternatif pilihan dalam menentukan model terbaik setelah melalui uji kecocokan untuk tiap model yang terbentuk.

Kata kunci: Model log linier, Pemodelan, Metode Forward, Data kualitatif, Skala Kategorik

Abstract. The three-dimensional linear log model is an equation in the form of a model in statistics that is used to describe whether there is a relationship between two or more variables and the pattern of their relationship at the same time to find out which cells cause dependencies. The number of variables discussed in this study was three variables. After the variables are investigated, the formation of a log-linear model becomes important because not all the model factor interactions that exist in the complete model are significant in the resulting model. This study aims to perform linear log modelling to obtain a suitable final model, using the Forward method for case examples of qualitative data. From the examples of cases that have been worked on, it is known that the Forward method is the best model building method because this method is used more as a process of adding one by one the interaction between factors in the model to evaluate the fit of a model. This will provide an alternative choice in determining the best model after going through the fittest for each model that is formed.

Keyword: Linear log Model, Modeling, Forward Method, Qualitative Data, Categorical Scale

PENDAHULUAN

Sepuluh tahun terakhir ini, penelitian di bidang matematika khususnya statistika sangat berkembang pesat. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya penerapan bidang ilmu tersebut yang dapat dilihat dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yang tentunya juga dapat dirasakan langsung manfaatnya oleh banyak pihak.

Dalam kehidupan sehari-hari, tentu sering dijumpai data yang dikelompokkan ke dalam suatu kategori tertentu. Misalkan data di bidang sosial, kesehatan, pendidikan, ekonomi dan lain-lain. Bidang-bidang tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam suatu kategori. Data yang memuat beberapa kategori ini disebut data kategorik. Data kategorik merupakan data suatu pengamatan yang mengandung variabel-variabel yang bersifat

kategori sekaligus merupakan data yang berupa frekuensi pengamatan. Data kategori lebih mudah dianalisis jika data tersebut disajikan dalam bentuk tabel kontingensi (Hapsari, 2011).

Model log linier merupakan suatu model khusus yang dipergunakan untuk melakukan analisis data kategori berskala nominal. Hal ini sejalan dengan defenisi yang digagas oleh Rosalia, Silvira, dan Wulandari (2011), yang menyatakan bahwa model log linier adalah suatu model untuk memperoleh model statistika yang menyatakan hubungan antara variabel dengan data yang bersifat kualitatif (data berskala nominal atau ordinal). Dengan menggunakan pendekatan log linier, bisa diketahui model matematikanya secara pasti serta level atau kelas mana yang cenderung menimbulkan adanya hubungan atau dependensi. Model log linier pada dasarnya merupakan model linier univariat yang dipergunakan untuk melakukan analisis varians dengan variabel tak bebas atau respons adalah logaritma dari frekuensi yang diharapkan dalam tiap-tiap sel tabel silang yang diperhatikan.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa tabel kontingensi dan model log linier dapat diterapkan pada kasus-kasus data kualitatif, maka menurut Hasan (2004) bahwa suatu data dapat diklasifikasikan menjadi empat macam yaitu berdasarkan sumber pengambilan, waktu pengumpulan, sifat data dan tingkat pengukuran. Klasifikasi data untuk data kualitatif merupakan bagian klasifikasi data berdasarkan sifat data. Diketahui bahwa berdasarkan sifatnya, data dibedakan menjadi dua yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Oleh karena itu, dengan tabel kontingensi dapat diketahui hubungan antar variabel berskala kualitatif dan dengan analisis log linier dapat diketahui pengaruh dari setiap kategori suatu variabel terhadap variabel lainnya. Dengan pendekatan log linier, diperhatikan penjumlahan sel pada sebuah tabel kontingensi dalam bentuk gabungan diantara variabel-variabel tersebut. Oleh karena itu, diperlukan uji-uji untuk mengetahui kekuatan dari hubungan antar variabel itu (Hapsari, 2011).

Sebelumnya memang sudah ada analisis statistik yang menggunakan prinsip regresi dan ANOVA, tetapi keduanya bukanlah teknik analisa data yang tepat untuk data kategori karena observasinya bukan dari populasi yang berdistribusi normal dengan varians konstan. Oleh karena itu, dikembangkan suatu model log linier yang merupakan salah satu model untuk analisis data bersifat kategori. Model log linier adalah model yang digunakan untuk mencari pola hubungan struktur antar variabel, misalnya pola struktur antar tiga variabel. Untuk data tiga variabel digunakan model log linier tabel kontingensi tiga arah dengan i baris, j kolom dan k lapis (Maryana, 2013).

Model loglinier merupakan perluasan dimana logaritma natural dari frekuensi untuk setiap sel sama dengan *mean* (konstan) ditambah parameter lambda untuk memperkirakan pengaruh independen pertama ditambah dengan lambda untuk setiap independen lain, serta ditambah lambda untuk semua efek interaksi baik itu efek interasi 2-faktor, 3-faktor maupun efek interaksi untuk order yang lebih tinggi sesuai dengan jumlah independen. Maka, model dengan jenis tersebut dinamakan juga sebagai model lengkap (Vermunt, 2005). Model loglinier sangat bergantung pada jumlah variabel yang akan dianalisis. Penggunaan variabel yang dibahas pada penelitian ini dikelompokkan pada dua jenis yaitu variabel dependen dan variabel independent.

Pada model loglinier, terdapat suatu asumsi bahwa semua variabel yang diselidiki mempunyai status yang sama sebagai variabel dependen. Dengan kata lain, tidak ada pembedaan yang dibuat antara variabel dependen dan variabel independen, hal tersebut disebabkan oleh model loglinier yang menunjukkan dependensi (kecenderungan) antar variabel. Analisa model loglinier bergantung pada jumlah variabel dependen yang termuat di dalamnya. Pada penelitian ini, akan diuraikan tentang model loglinier yang membahas mengenai analisis hubungan antara tiga variabel yang disebut dengan analisis tiga

dimensi dan model tersebut diistilahkan sebagai model loglinier tiga dimensi atau tiga faktor (Nurman, 2012). Model loglinier tiga dimensi memuat semua parameter yang mungkin dan tidak dapat dimasuki oleh parameter-parameter lainnya. Model dengan jenis ini disebut juga dengan model lengkap. Secara umum, model loglinier tiga dimensi dapat ditulis sebagai berikut[1]:

$$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ} + \lambda_{ijk}^{XYZ} \quad (1)$$

dimana : i adalah level variabel X , yaitu $i = 1, 2, \dots, i$

j adalah level variabel Y , yaitu $j = 1, 2, \dots, j$

k adalah level variabel K , yaitu $k = 1, 2, \dots, k$

dengan:

$\log \hat{m}_{ijk}$ adalah Logaritma dari frekuensi sel ijk

μ adalah Konstanta atau rata-rata logaritma seluruh sel ijk

λ_i^X adalah Parameter pengaruh variabel pertama yang ke- i terhadap model

λ_j^Y adalah Parameter pengaruh variabel kedua yang ke- j terhadap model

λ_k^Z adalah Parameter pengaruh variabel ketiga yang ke- k terhadap model

λ_{ij}^{XY} adalah Parameter pengaruh interaksi variabel pertama yang ke- i dan variabel kedua yang ke- j terhadap model

λ_{ik}^{XZ} adalah Parameter pengaruh interaksi variabel pertama yang ke- i dan variabel ketiga yang ke- k terhadap model

λ_{jk}^{YZ} adalah Parameter pengaruh interaksi variabel kedua yang ke- j dan variabel ketiga yang ke- k terhadap model

λ_{ijk}^{XYZ} adalah Parameter pengaruh interaksi variabel pertama yang ke- i , variabel kedua yang ke- j dan variabel ketiga yang ke- k terhadap model

Dengan pendekatan loglinier angka-angka dalam sel dapat disusun dalam tabel kontingensi. Menurut Friendly (2000), tabel kontingensi dapat digunakan ketika terdapat lebih dari satu variabel kategorik, yang mana biasanya data disajikan dalam daftar baris dan kolom. Bentuk penyajian dalam daftar baris dan kolom ini biasanya disebut daftar kontingensi. Analisis tabel kontingensi ini merupakan teknik penyusunan data yang cukup sederhana untuk melihat hubungan antar variabel dalam satu tabel. Untuk menginterpretasikan data pada tabel kontingensi, salah satu uji statistik yang dapat digunakan adalah dengan uji *Chi-Square*.

Tentunya akan menjadi suatu permasalahan jika semua interaksi dimasukkan secara sekaligus dalam model tanpa mengetahui terlebih dahulu kecocokan dari interaksi faktor model yang ada sebelum membentuk suatu model yang memang tepat dan signifikan setelah melalui uji kecocokan modelnya. Dalam hal ini akan dilakukan teknik pemodelan loglinier yang digunakan dalam pemilihan metode yang terbaik dalam membentuk model permasalahan.

Berkaitan dengan pentingnya persoalan pembentukan model, karena tidak semua interaksi antar faktor penting untuk dimasukkan dalam model, maka sepuluh tahun belakangan ini, beberapa peneliti telah melakukan penelitian untuk membentuk model log linier, tetapi kebanyakan menggunakan Metode Eliminasi langkah mundur. Metode Eliminasi langkah mundur merupakan salah satu strategi pemilihan model untuk log linier. Metode eliminasi langkah mundur merupakan bagian dari prosedur pemilihan bertahap (stepwise). Oleh karena itu, pada penelitian ini saya ingin mencari tahu pembentukan model terbaik selain menggunakan metode Eliminasi Langkah mundur,

yaitu menggunakan metode Forward. Saya mencoba menerapkan pembentukan model terbaik dengan metode ini pada contoh kasus yang memiliki tiga variabel kategori, yang manaketiga variabel kategori berskala nominal.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Forward untuk pemodelan loglinier. Pencarian solusi permasalahan pemodelan loglinier dapat dilakukan dengan menentukan suatu model secara fleksibel dan mendalam serta memilih variabel independen secara inklusif dengan tepat. Hal ini memungkinkan untuk menemukan variabel independen yang terbaik yang dapat dipakai serta melihat pada kecocokan model yang memperhatikan ada atau tidaknya interaksi antar variabel.

Proses kerja metode Forward dilakukan dengan membentuk model order nol kemudian melakukan pengujian untuk menambahkan efek order pertama, order kedua sampai order ketiga untuk pembentukan model akhir yang tepat. Untuk keperluan analisis data yang memuat hubungan tiga variabel dengan menggunakan skala kategorik difokuskan pada bagaimana penentuan model dengan melakukan pengujian terhadap interaksi faktor model baik tingkat 2-faktor maupun 3-faktor dengan menggunakan uji *goodness of fit model* untuk menguji kecocokan modelnya.

Uji *Chi-Square* merupakan suatu uji dalam pemodelan log linier yang digunakan untuk menguji kecocokan modelnya. Uji *Chi-Square* dilambangkan dengan χ^2 , yang digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antara variabel yang diukur signifikan atau tidak. Dalam hal ini analisis variabel yang diukur sebanyak tiga variabel atau yang disebut sebagai analisis tiga dimensi. Hipotesis yang berlaku untuk ketiga variabel independen dengan asumsi tidak terdapat interaksi antar variable, yaitu:

$$H_0 : P_{ijk} = P_{i..} P_{.j.} P_{..k} \quad (2)$$

$$H_1 : P_{ijk} \neq P_{i..} P_{.j.} P_{..k} \quad (3)$$

Statistik uji *Chi-Square* yang digunakan untuk menguji hubungan antar variabel dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \sum_k \frac{(Y_{ijk} - \hat{m}_{ijk})^2}{\hat{m}_{ijk}} \quad (4)$$

Sedangkan uji Rasio Likelihood untuk model independen juga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$G^2 = 2 \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk} \ln \left(\frac{Y_{ijk}}{\hat{m}_{ijk}} \right) \quad (5)$$

dengan:

Y_{ijk} adalah Observasi pada variabel i, j , dan k

\hat{m}_{ijk} adalah Frekuensi yang diharapkan untuk Y_{ijk}

dimana *degree of freedom* adalah $(I - 1)(J - 1)(K - 1)$ dan diambil $\alpha = 0,05$ dengan kriteria uji:

Tolak H_0 jika χ^2 atau G^2 hitung $\geq \chi^2_{(df;\alpha)}$ dan terima H_0 jika χ^2 hitung $< \chi^2_{(df;\alpha)}$ dengan kata lain model $\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z$ diterima.

Tabel 1. Derajat bebas untuk log linier 3 Dimensi

Bentuk	Db
μ	1
λ^x	I-1
λ^y	J-1
λ^z	K-1
λ^{xy}	(I-1)(J-1)
λ^{xz}	(I-1)(K-1)
λ^{yz}	(J-1)(K-1)
λ^{xyz}	(I-1)(J-1)(K-1)
Total	IJK

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut disajikan tabel kontingensi tiga dimensi yang bertujuan untuk mengetahui sebuah model yang dapat menyatakan hubungan dalam kumpulan data dengan tepat, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel hipotesis data untuk analisis frekuensi tiga dimensi

Profesi	Jenis Kelamin	Jenis Bacaan		Total
		Fiksi Ilmiah	Novel	
Politikus	Laki-Laki	38	25	63
	Perempuan	20	15	35
Penari	Laki-Laki	12	27	39
	Perempuan	18	30	48
Total		88	97	185

Penyelesaian:

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan adalah dengan membagi ketiga variabel kategorik yang ada menurut jenis skalanya masing-masing, yakni:

- Variabel pertama (I) adalah Profesi. Profesi diukur melalui skala pengukuran nominal dengan kategorik: 0 (jika profesinya sebagai politikus) dan 1 (jika profesinya sebagai penari).
- Variabel kedua (J) adalah Jenis Bacaan. Jenis bacaan diukur melalui skala pengukuran nominal dengan kategorik: 0 (jika jenis bacaan yang dibaca adalah fiksi ilmiah), dan 1 (jika jenis bacaan yang dibaca adalah novel).
- Variabel ketiga (K) adalah Jenis Kelamin. Jenis kelamin diukur melalui skala pengukuran nominal dengan kategorik: 0 (jika jenis kelaminnya adalah laki-laki), dan 1 (jika jenis kelaminnya adalah perempuan).

Selanjutnya berdasarkan tabel kontingensi di atas, dilakukan pengujian keindependenan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan yang signifikan antara profesi, jenis bacaan yang dibaca dan jenis kelamin dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada hubungan antara profesi, jenis bacaan yang dibaca dan jenis kelamin

$$(P_{ijk} = P_{i..} P_{.j.} P_{..k})$$

H_1 : Ada hubungan antara profesi, jenis bacaan yang dibaca dan jenis kelamin

$$(P_{ijk} \neq P_{i..} P_{.j.} P_{..k})$$

Dari hasil perhitungan yang telah diperoleh melalui *software* SPSS versi 22, nilai χ^2 atau G^2 hitung sebesar 18,852 atau 19,024 dan diketahui juga nilai $\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$. Oleh karena nilai χ^2 atau G^2 hitung sebesar 18,852 atau 19,024 lebih besar dari $\chi^2_{(1;0,05)} = 3,841$. Maka informasi awal yang didapat adalah H_0 ditolak sehingga dapat dikatakan terdapat hubungan antara profesi, jenis bacaan yang dibaca, dan jenis kelamin.

Lebih lanjut, setelah diketahui terdapat hubungan diantara ketiga variabel yang diselidiki tersebut, maka akan dilakukan prosedur pemodelan loglinier untuk melihat lebih jauh komponen model lainnya yang akan signifikan dengan model yang akan terbentuk karena hasil uji yang telah diperoleh di atas belum cukup memberikan informasi tentang hal itu. Informasi yang belum diketahui itu adalah mengenai apakah terdapat interaksi antara profesi, jenis bacaan, dan jenis kelamin. Oleh karenanya, pemodelan loglinier yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk membentuk modelnya dengan menggunakan metode Forward.

Pemodelan Loglinier menggunakan Metode Forward

Menurut Friel (2005), pada metode Forward, proses pembentukan model dimulai dengan model order nol kemudian melakukan pengujian untuk menambahkan efek order pertama, order kedua sampai order ketiga untuk model lengkap. Namun Agresti (1990) menjelaskan bahwa pada setiap tahap model yang terbentuk, dipilih secara berurutan interaksi yang memberikan peningkatan signifikansi terbesar dalam kesesuaian datanya. Nilai *p-value* maksimum untuk model yang dihasilkan adalah kriteria yang mungkin karena akan menghasilkan nilai yang kecil, yang berarti baik untuk model. Oleh karena itu, akan dilihat model manakah dari setiap tahap yang terbentuk memberikan nilai *p-value* maksimum dari tabel berikut:

Tabel 3. Tabel proses penambahan forward secara berurutan

Tahap	Model	G^2	<i>df</i>	<i>p value</i>
1	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z$	19,024	4	0,001
2	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY}$	7,618	3	0,055
3	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ik}^{XZ}$	11,933	3	0,008
4	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{jk}^{YZ}$	18,832	3	0,000
5	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ}$	0,527	2	0,768
6	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{jk}^{YZ}$	7,425	2	0,024
7	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ}$	11,741	2	0,003
8	$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ} + \lambda_{ijk}^{XYZ}$	0,475	1	0,491

Kemudian Agresti (1990) juga menambahkan bahwa dengan nilai *p-value* yang maksimum dari suatu model, memberikan nilai probabilitas yang semakin tinggi untuk kecocokan model yang terbentuk. Oleh karena itu, untuk model di atas sesuai dengan konfigurasi masing-masing yakni mulai dari model independen, model satu interaksi dua faktor dan model dua interaksi dua faktor, maka model yang memiliki kriteria untuk G^2 yang kecil yakni bernilai 0,527 dengan nilai *p-value* yang maksimum 0,768 adalah jenis model dua interaksi dua faktor yang berbentuk sebagai berikut :

$$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} \quad (6)$$

dengan:

$\log \hat{m}_{ijk}$ adalah logaritma dari frekuensi sel ijk

μ adalah rata-rata logaritma seluruh sel ijk

λ_i^X adalah parameter pengaruh profesi terhadap model

λ_j^Y adalah parameter pengaruh jenis bacaan terhadap model

λ_k^Z adalah parameter pengaruh jenis kelamin terhadap model

λ_{ij}^{XY} adalah parameter pengaruh interaksi profesi dengan Jenis Bacaan terhadap model

λ_{ik}^{XZ} adalah parameter pengaruh interaksi profesi dengan jenis kelamin terhadap model

Dengan kata lain, berdasarkan contoh kasus yang melibatkan tiga variabel di atas, maka model ini menyatakan adanya depedensi yang signifikan antara Profesi dengan Jenis bacaan dan Profesi dengan Jenis kelamin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis mencoba menarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan loglinier dapat dilakukan dengan dua metode yakni dengan metode Eliminasi langkah mundur Backward dan metode Forward. Kelebihan metode Forward adalah metode ini lebih digunakan sebagai suatu metode dengan proses penambahan satu per satu parameter pengaruh variabel untuk mengevaluasi pencocokan sebuah model. Hal ini akan memberikan alternatif pilihan dalam menentukan model terbaik. Sedangkan kekurangannya adalah pada metode ini harus dibentuk terlebih dahulu model sederhana kemudian membentuk lagi model yang menambahkan interaksi atau order yang lebih tinggi dari model yang pertama sampai model akhir itu benar-benar terbentuk sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dalam pengerjaannya, namun memiliki hasil yang lebih tepat.
2. Dari contoh permasalahan yang telah dikerjakan dengan metode Forward untuk mendapatkan hasil yang optimal berupa model yang memiliki nilai yang kecil dan p -value yang maksimum, model log linier yang terbentuk adalah model dua interaksi dua faktor atau dua dimensi sebagai berikut:

$$\log \hat{m}_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ}$$

Model ini menyatakan adanya depedensi yang signifikan antara Profesi dengan Jenis bacaan dan Profesi dengan Jenis kelamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, Alan. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Friel, C.M. (2005). *Hierarchical Loglinear Analysis: A Statistical Technique for the Analysis of Frequency Data in Multiway Cross-Tabulation Cross*. Criminal Justice Center, USA: Sam Houston State University.
- Friendly, M. (2000). *Visualizing Categorical Data*. Cary, NC: SAS Press.
- Hapsari, Galih Sitaresmi. (2011). *Model Log Linear untuk Tabel Kontingensi Tak Sempurna Berdimensi Tiga*. Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Hasan, Iqbal. (2004). *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Maryana. (2013). Model Log Linier yang Terbaik untuk Analisis Data Kualitatif pada Tabel Kontingensi Tiga Arah. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2(2), 32-37.

- Nurman, Try Azisah. (2012). Analisis Data Kategori dengan Log Linier Menggunakan Prinsip Hirarki (Studi Kasus Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Makassar Tahun 2011). *Jurnal Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar*, 99-110.
- Rosalia, A., Silvira, & Wulandari, Sri Pringit. (2011). Analisis Model Log Linier untuk Mengetahui Kecenderungan Perilaku Anak Jalanan Binaan di Surabaya (Kasus Khusus Yayasan Arek Lintang-Alit). *Jurnal Mahasiswa statistika ITS dan Dosen Statistika ITS*, Surabaya.
- Vermunt, J.K. (2005). *LEM: Log-Linear Modelling, User's manual*. Netherlands: Department of Methodology and Statistics, Tilburg University Press.