

MODEL LOG LINIER PADA TABEL KONTINGENSI TAK SEMPURNA BERDIMENSI EMPAT (Studi Kasus: Data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012)

Dwi Puspa Oktarina¹, Sigit Nugroho² dan Etis Sunandi²

¹Mahasiswa Jurusan Statistika, Prodi Matematika, FMIPA, UNIB, Bengkulu

²Dosen Pembimbing Jurusan Statistika, Prodi Matematika, FMIPA, UNIB, Bengkulu

Dwipuspa002@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dalam penulisan ini adalah untuk mengetahui prosedur analisis model log linier pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat dan menerapkannya pada data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012. Data kategorik merupakan data hasil pengamatan sampel dalam suatu populasi yang memiliki keadaan serupa yang dikelompokkan silang kedalam beberapa variabel kategorik. Suatu tabel kontingensi dikatakan tak sempurna, jika dan hanya jika tabel tersebut mempunyai sebuah sel kosong atau lebih untuk populasi yang ditinjau. Analisis data kategorik dapat dilakukan dengan menggunakan model *log linier* untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel kategorik yang membentuk tabel kontingensi sembarang dimensi. Model *log linier* empat dimensi merupakan perluasan dari model *log linier* tiga dimensi. Model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna adalah model *log linier* yang dilakukan pada tabel yang mempunyai sebuah sel kosong atau lebih untuk populasi yang ditinjau dengan dimensi empat. Bentuk umum model *log linier* empat dimensi yaitu $\log m_{ijkl} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} + \lambda_{il}^{WX} + \lambda_{jk}^{XY} + \lambda_{jl}^{XZ} + \lambda_{kl}^{YZ} + \lambda_{ijk}^{WXY} + \lambda_{ijl}^{WXZ} + \lambda_{jkl}^{XYZ} + \lambda_{ijkl}^{WXYZ}$. Berdasarkan analisis data yang dilakukan model terbaik yang terpilih adalah model dua arah yakni $\log m_{ijkl} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} + \lambda_{il}^{WX} + \lambda_{jk}^{XY} + \lambda_{jl}^{XZ} + \lambda_{kl}^{YZ}$.

Kata Kunci: Data Kategorik, tabel kontingensi, tabel kontingensi tak sempurna, model log linier

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari sering ditemukan data yang dikelompokkan ke dalam suatu kategori tertentu. Misalkan saja pada bidang kesehatan, pendidikan, ekonomi dan lain-lain (Hapsari, 2011). Menurut Lestyorini (2010), data yang terdiri dari beberapa kategorik ini disebut data kategorik, contohnya jenis pekerjaan yang terbagi menjadi: pegawai negeri dan pegawai swasta. Sehingga data kategorik merupakan data hasil pengamatan sampel dalam suatu populasi yang memiliki keadaan serupa yang dikelompokkan silang kedalam beberapa variabel kategorik (Fienberg, 2007).

Analisis dari data kategorik diaplikasikan dalam sebuah tabel yang menggambarkan frekuensi dari pengamatan yang terjadi pada level keragaman kombinasi dari variabel. Tabel yang mengaplikasikan data kategorik disebut dengan tabel kontingensi (Agresti, 2007).

Tabel kotingensi atau yang sering disebut tabulasi silang (*cross tabulation* atau *cross classification*) adalah tabel yang berisi data jumlah atau frekuensi atau beberapa klasifikasi (kategori). Metode *cross tabulation* dapat menjawab hubungan antara dua, tiga atau lebih variabel penelitian tetapi bukan hubungan sebab akibat. Semakin banyak jumlah variabel yang ditabulasikan maka semakin baik interpretasinya (Agresti, 2007).

Tabel kontingensi pada umumnya berbentuk tabel sempurna, namun ada juga tabel kontingensi tidak sempurna. Suatu tabel dikatakan tak sempurna, jika dan hanya jika tabel tersebut mempunyai sebuah sel kosong atau lebih untuk populasi yang ditinjau (Hapsari, 2011).

Analisis data kategorik dapat dilakukan dengan menggunakan model log linier. Model log linier digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel kategorik yang membentuk tabel kontingensi sembarang dimensi (Lestyorini, 2010).

Beberapa penelitian yang telah membahas tentang model log linier yang diterapkan pada data hipertensi, model relational, model log linier pada data korupsi, model graph QS, model hierarchichal dan model log linier pada kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu penulis tertarik melakukan penelitian model log linier pada tabel kontingensi berdimensi 4 dan menerapkannya dalam kasus jumlah pegawai negeri sipil Provinsi Jawa Barat tahun 2012 berdasarkan unit kerja/institusi, tingkat pendidikan formal, jenis kelamin dan golongan, dalam kategori tertentu terdapat sel kosong karena tidak ada yang memenuhi kategori tersebut. Penelitian yang menggunakan analisis model log linier pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat ini dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang saling berhubungan antara keempat variabel yang diamati.

2. Prosedur Model log Linier Pada Tabel Kontingensi Sempurna

Log linier merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui sel-sel mana yang mempengaruhi dan menyebabkan hubungan antar variabel bersifat dependen. Model *log linier* adalah suatu model untuk memperoleh model statistika yang menyatakan hubungan antara variabel dengan data yang bersifat kualitatif (skala nominal atau ordinal) (Wulandari, Salamah dan Susilaningrum, 2009).

Tabel kontingensi atau yang sering disebut tabulasi silang (cross tabulation atau cross classification) adalah tabel yang berisi data jumlah atau frekuensi atau beberapa klasifikasi (kategori). Metode tabel kontingensi dapat menjawab hubungan dua atau lebih variabel penelitian tetapi bukan hubungan sebab akibat, semakin banyak jumlah variabel yang ditabulasikan maka semakin baik interpretasinya (Wulandari, Salamah dan Susilaningrum, 2009).

Menurut Agresti (2007), data bivariat (X,Y) dengan X dan Y merupakan variabel kategorik, yang masing-masing mempunyai i baris dan j kolom. Data bivariat dapat disajikan dalam bentuk tabel frekuensi menurut variabel X dan Y yang mempunyai i baris dan j kolom. Tabel seperti ini disebut tabel kontingensi $i \times j$ yang secara umum dapat disajikan dalam Tabel 2.1 di bawah ini (Wulandari, Salamah dan Susilaningrum, 2009).

Tabel 1. Tabel kontingensi $i \times j$

		Variabel 2 (Y)				Total
		Y_1	Y_2	...	Y_j	
Variabel (X)	X_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	n_{1+}
	X_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	n_{2+}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	X_i	n_{i1}	n_{i2}	...	n_{ij}	n_{i+}
Total		n_{+1}	n_{+2}	...	n_{+j}	n_{++}

Model *log linier independent* pada tabel kontingensi dua dimensi (Agresti, 2002):

$$\log m_{ij} = \mu + \lambda_i^x + \lambda_j^y; \text{ untuk } i = 1 \dots I, j = 1 \dots J \quad (1)$$

Keterangan:

- μ : efek rata-rata secara umum
- λ_i^x : efek utama kategori ke- i variabel X
- λ_j^y : efek utama kategori ke- j variabel Y

Dengan derajat bebasnya adalah

$$\begin{aligned} db &= db(\log m_{ij}) - (db(\mu) + db(\lambda_i^x) + db(\lambda_j^y)) \\ &= IJ - I - J + 1 \end{aligned}$$

Model di atas disebut sebagai model *log linier dependent* pada tabel kontingensi dua dimensi (Agresti, 2002)

$$\log m_{ij} = \mu + \lambda_i^x + \lambda_j^y + \lambda_{ij}^{xy}; \text{ untuk semua } i = 1 \dots I \text{ dan } j = 1 \dots J \quad (2)$$

Keterangan:

- μ : efek rata-rata secara umum
- λ_i^x : efek utama kategori ke- i variabel X
- λ_j^y : efek utama kategori ke- j variabel Y
- λ_{ij}^{xy} : Parameter pengaruh variabel pertama dan kedua

Prosedur Analisis Model Log Linier Dua Dimensi

Menurut Lestyorini (2010), prosedur analisis pada model log linier dua dimensi adalah menggunakan uji independensi.

- Hipotesis
 $H_0 : n_{ij} = n_{i+} \cdot n_{+j}$ (kedua variabel saling bebas)
 $H_1 : n_{ij} \neq n_{i+} \cdot n_{+j}$ (kedua variabel tidak saling bebas)

- Taraf signifikansi
 $\alpha = 0.05$

- Statistik Uji :

χ^2

$$= \sum_{ij} \left[\frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}} \right]$$

- Kriteria penolakan

Tolak H_0 jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$

- Kesimpulan

jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$ maka H_0 ditolak artinya $n_{ij} \neq n_{i+} \cdot n_{+j}$ (kedua variabel tidak saling bebas) atau jika $\chi_{hit}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ atau $p_value > \alpha$ maka H_0 diterima artinya $n_{ij} = n_{i+} \cdot n_{+j}$ (kedua variabel saling bebas).

Tabel tiga dimensi mempunyai konsep yang sama dengan tabel kontingensi dua dimensi, hanya saja variabel yang digunakan lebih banyak yakni variabel X, Y dan Z. Menurut Wulandari, Salamah dan Susilaningrum (2009), tabel kontingensi tiga dimensi yang mempunyai ($i \times j \times k$) sel, yang terdiri dari i baris, j kolom dan k layer yang disebut sebagai tabel kontingensi $i \times j \times k$. Tabel kontingensi $i \times j \times k$ dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. Tabel kontingensi $i \times j \times k$

Variabel 1 (X)	Variabel 2 (Y)	Variabel 3 (Z)				Total
		Z_1	Z_2	...	Z_k	
X_1	Y_1	n_{111}	n_{112}	...	n_{11k}	n_{11+}
	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
	Y_j	n_{1j1}	n_{1j2}	...	n_{1jk}	n_{1j+}

⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
X_i	Y_1	n_{i11}	n_{i12}	⋯	n_{i1k}	n_{i1+}
	⋮	⋮	⋮	⋯	⋮	⋮
	Y_j	n_{ij1}	n_{ij2}	⋯	n_{ijk}	n_{ij+}
<i>Total</i>		n_{++1}	n_{++2}	⋯	n_{++k}	n_{+++}

Model *independent* untuk tiga variabel adalah (Wulandari, Salamah dan Susilaningrum, 2009):

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z \quad (3);$$

$$i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K$$

Dimana :

μ : logaritma jumlah nilai harapannya atau rata-rata dari seluruh logaritma nilai harapannya.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IJK} \quad (4)$$

λ_i^X : pengaruh dari variabel 1 terhadap model.

$$\lambda_i^X = \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{JK} - \mu \quad (5)$$

λ_j^Y : pengaruh dari variabel 2 terhadap model.

$$\lambda_j^Y = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \log m_{ijk}}{IK} - \mu \quad (6)$$

λ_k^Z : pengaruh dari variabel 3 terhadap model.

$$\lambda_k^Z = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ijk}}{IJ} - \mu \quad (7)$$

Dengan derajat bebasnya adalah

$$\begin{aligned} db &= db(\log m_{ijk}) - (db(\mu) + db(\lambda_i^X) + (\lambda_j^Y) + (\lambda_k^Z)) \\ &= IJK - ((1) + (I - 1) + (J - 1) + (K - 1)) \\ &= IJK - I - J - K + 2 \end{aligned}$$

Berdasarkan Agresti (2002), jika terdapat interaksi pada ketiga variabel, maka model menjadi

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^X + \lambda_j^Y + \lambda_k^Z + \lambda_{ij}^{XY} + \lambda_{ik}^{XZ} + \lambda_{jk}^{YZ} + \lambda_{ijk}^{XYZ} \quad (8)$$

Keterangan:

μ : pengaruh rata-rata

λ_i^X : pengaruh dari variabel 1 terhadap model.

λ_j^Y : pengaruh dari variabel 2 terhadap model.

λ_k^Z : pengaruh dari variabel 3 terhadap model.

λ_l^W : pengaruh dari variabel 4 terhadap model.

λ_{ij}^{XY} : pengaruh interaksi dari variabel 1 dan variabel ke-2

λ_{ik}^{XZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1 dan variabel ke-3

λ_{jk}^{YZ} : pengaruh interaksi dari variabel 2 dan variabel ke-3

λ_{ijk}^{XYZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1, variabel 2 dan variabel ke-3

Prosedur Analisis Model Log Linier Tiga Dimensi

Menurut Hapsari (2011), statistik cukup minimal untuk model-model *log linier* merupakan koefisien dari masing-masing parameternya yang diperoleh dari pengumpulan dan penjumlahan batas marjinal dari masing-masing parameternya.

Tabel 3. Statistik Cukup Minimal untuk Model Log Linier Tiga Dimensi

Simbol Model	Statistik Cukup Minimal
(XYZ)	$\{n_{ijk}\}$
(XY, Z)	$\{n_{ij+}, \{n_{++k}\}$
(XY, YZ)	$\{n_{ij+}, \{n_{+jk}\}$
(XZ, Y)	$\{n_{i+k}, \{n_{+j+}\}$
(YZ, X)	$\{n_{+jk}, \{n_{i++}\}$
(XZ, YZ)	$\{n_{i+k}, \{n_{+jk}\}$
(XY, XZ)	$\{n_{ij+}, \{n_{i+k}\}$
(XY, XZ, YZ)	$\{n_{ij+}, \{n_{i+k}, \{n_{+jk}\}$
(X, Y, Z)	$\{n_{i++}, \{n_{+j+}, \{n_{++k}\}$

(Hapsari, 2011)

Uji *goodness of fit* pada tabel kontingensi dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan antara frekuensi observasi dengan frekuensi yang diharapkan, langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut (Agresti, 2007):

- Hipotesis
 H_0 : Model sesuai dengan keadaan sebenarnya
 H_1 : Model tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya
- Taraf signifikansi
 $\alpha = 0.05$
- Statistik Uji :

$$\chi^2 = \sum_{ijk} \left[\frac{(n_{ijk} - m_{ijk})^2}{m_{ijk}} \right]$$
- Kriteria penolakan
Tolak H_0 jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$
- Kesimpulan
Jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$ maka H_0 ditolak artinya model tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya atau jika $\chi_{hit}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ atau $p_value > \alpha$ maka H_0 diterima artinya model sesuai dengan keadaan sebenarnya

Atau dengan statistik uji *rasio likelihood* (G^2)

Dalam menentukan model terbaik harus memenuhi kriteria berikut:

- Memenuhi uji *goodness of fit*
- Mudah ditafsirkan atau diterjemahkan
- Model sesederhana mungkin

Dimulai dengan memilih nilai G^2 atau (χ^2) yang relatif kecil. Namun jika terpilih beberapa model maka perlu dilakukan pemilihan model terbaik dengan partisi *chi-square*, guna mendapatkan model terbaik yang paling sederhana (Trastika 2006 dalam Lestyorini, 2010)

Menurut Agresti (2002), tujuan dari analisis residual adalah untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan yang tidak dapat dijelaskan baik dari masing-masing variabelnya maupun interaksi antar variabelnya, nilai residu yang terkecil diambil sebagai model log linier terbaik. Analisis residual dapat dicari dengan :

$$e_{ijk} = n_{ijk} - \hat{m}_{ijk}; \text{ untuk } i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K \quad (9)$$

3. Prosedur Model log Linier Pada Tabel Kontingensi Tak Sempurna

Tabel kontingensi empat dimensi merupakan tabel yang menggunakan empat variabel mempunyai konsep yang sama dengan tabel kontingensi dua dimensi dan tiga dimensi, hanya saja variabel yang digunakan lebih banyak yakni variabel W, X, Y dan Z . Tabel kontingensi dikatakan tabel kontingensi tak sempurna jika dan hanya jika tabel tersebut mengandung satu sel kosong atau lebih untuk data yang akan diamati (Destyarisani, 2013). Tabel kontingensi empat dimensi yang mempunyai $(i \times j \times k \times l)$ sel, terdiri dari i baris, j kolom, k layer dan l lapis yang disebut sebagai tabel kontingensi $i \times j \times k \times l$. Tabel kontingensi $i \times j \times k \times l$ dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 4. Tabel kontingensi $i \times j \times k \times l$

Variabel (W)	Variabel (X)	Variabel (Y)	Variabel 4 (Z)			Total
			Z ₁	...	Z _l	
W ₁	X ₁	Y ₁	n ₁₁₁₁	...	n _{111l}	n ₁₁₁₊
		⋮	⋮	...	⋮	⋮
		Y _k	n _{11k1}	...	n _{11kl}	n _{11k+}
	X _j	Y ₁	n _{1j11}	...	n _{1j1l}	n _{1j1+}
		⋮	⋮	...	⋮	⋮
		Y _k	n _{1jk1}	...	n _{1jkl}	n _{1jk+}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
W _i	X ₁	Y ₁	n _{i111}	...	n _{i11l}	n _{i11+}
		⋮	⋮	...	⋮	⋮
		Y _k	n _{i1k1}	...	n _{i1kl}	n _{i1k+}
	X _j	Y ₁	n _{ij11}	...	n _{ij1l}	n _{ij1+}
		⋮	⋮	...	⋮	⋮
		Y _k	n _{ijk1}	...	n _{ijkl}	n _{ijk+}
Total			n ₊₊₊₊₁	...	n _{++++l}	n ₊₊₊₊

Model *independent* untuk empat variabel adalah $\log m_{ijkl} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z \quad (10)$

Untuk $i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K, l = 1 \dots L$

Dimana :

μ : logaritma jumlah nilai harapannya atau rata-rata dari seluruh logaritma nilai harapannya.

λ_i^W : pengaruh dari variabel 1 terhadap model.

λ_j^X : pengaruh dari variabel 2 terhadap model.

λ_k^Y : pengaruh dari variabel 3 terhadap model.

λ_l^Z : pengaruh dari variabel 4 terhadap model.

dengan derajat bebasnya adalah

$$\begin{aligned} db &= db(\log m_{ijkl}) - (db(\mu) + db(\lambda_i^W) + db(\lambda_j^X) + db(\lambda_k^Y) + db(\lambda_l^Z)) \\ &= IJKL - ((1) + (I - 1) + (J - 1) + (K - 1) + (L - 1)) \\ &= IJK - I - J - K - L + 3 \end{aligned}$$

Jika terdapat interaksi pada keempat variabel, maka model menjadi

$$\begin{aligned} \log m_{ijkl} &= \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} \\ &+ \lambda_{il}^{WZ} + \lambda_{jk}^{XY} + \lambda_{jl}^{XZ} + \lambda_{kl}^{YZ} \\ &+ \lambda_{ijk}^{WXY} + \lambda_{ijl}^{WXZ} + \lambda_{jkl}^{XYZ} + \lambda_{ikl}^{WYZ} \\ &+ \lambda_{ijkl}^{WXYZ} \quad (11) \end{aligned}$$

untuk $i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K, l = 1 \dots L$

Keterangan :

m_{ijkl} : frekuensi nilai pada sel ke- $ijkl$ dalam model

μ : pengaruh rata-rata

λ_i^W : pengaruh dari variabel 1 terhadap model.

λ_j^X : pengaruh dari variabel 2 terhadap model.

λ_k^Y : pengaruh dari variabel 3 terhadap model.

λ_l^Z : pengaruh dari variabel 4 terhadap model.

λ_{ij}^{WX} : pengaruh interaksi dari variabel 1 dan variabel ke-2

λ_{ik}^{WY} : pengaruh interaksi dari variabel 1 dan variabel ke-3

λ_{il}^{WZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1 dan variabel ke-4

λ_{jk}^{XY} : pengaruh interaksi dari variabel 2 dan variabel ke-3

λ_{jl}^{XZ} : pengaruh interaksi dari variabel 2 dan variabel ke-4

λ_{kl}^{YZ} : pengaruh interaksi dari variabel 3 dan variabel ke-4

λ_{ijk}^{WXY} : pengaruh interaksi dari variabel 1, variabel 2 dan variabel ke-3

λ_{ijl}^{WXZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1, variabel 2 dan variabel ke-4

λ_{jkl}^{XYZ} : pengaruh interaksi dari variabel 2, variabel 3 dan variabel ke-4

λ_{ikl}^{WYZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1, variabel 3 dan variabel ke-4

λ_{ijkl}^{WXYZ} : pengaruh interaksi dari variabel 1, variabel 2, variabel 3 dan variabel ke-4

Prosedur Analisis Model Log Linier Empat Dimensi

Menurut Hapsari (2011), statistik cukup minimal untuk model-model *log linier* merupakan koefisien dari masing-masing parameternya yang diperoleh dari pengumpulan dan penjumlahan batas marjinal dari masing-masing parameternya.

Tabel 5. Statistik Cukup Minimal untuk Model *Log Linier* Empat Dimensi

Simbol Model Log Linier	Statistik Cukup Minimal
(WXYZ)	$\{n_{ijkl}\}$
(WX, Y, Z)	$\{n_{ij++}, \{n_{++k+}, \{n_{+++l}\}$
(WY, X, Z)	$\{n_{i+k+}, \{n_{+j++}, \{n_{+++l}\}$
(WZ, X, Y)	$\{n_{i++l}, \{n_{+j++}, \{n_{++k+}\}$
(XY, W, Z)	$\{n_{+jk+}, \{n_{i+++}, \{n_{+++l}\}$
(XZ, W, Y)	$\{n_{+j+l}, \{n_{i+++}, \{n_{++k+}\}$
(YZ, W, X)	$\{n_{++kl}, \{n_{i+++}, \{n_{+j++}\}$
(WX, YZ)	$\{n_{ij++}, \{n_{++kl}\}$
(WX, XY, Z)	$\{n_{ij++}, \{n_{+jk+}, \{n_{+++l}\}$
(WX, WY, WZ)	$\{n_{ij++}, \{n_{i+k+}, \{n_{i+++}\}$
(WX, XY, YZ)	$\{n_{ij++}, \{n_{+jk+}, \{n_{++kl}\}$
(WX, WY, XY, Z)	$\{n_{ij++}, \{n_{i+k+}, \{n_{+jk+}, \{n_{+++l}\}$
(WX, WY, XY, YZ)	$\{n_{ij++}, \{n_{i+k+}, \{n_{+jk+}, \{n_{++kl}\}$
(WX, WY, XY, XZ)	$\{n_{ij++}, \{n_{i+k+}, \{n_{+jk+}, \{n_{+j+l}, \{n_{++kl}\}$
(WXYZ, Z)	$\{n_{ijk+}, \{n_{+++l}\}$
(WXY, YZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{++kl}\}$
(WXY, XZ, YZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{+j+l}, \{n_{++kl}\}$
(WXY, WY, XZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{i+k+}, \{n_{+j+l}\}$
(WXY, WY, XY, YZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{i+k+}, \{n_{+jk+}, \{n_{++kl}\}$
(WXY, WZ, XZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{i++l}, \{n_{+j+l}, \{n_{++kl}\}$
(WXY, XYZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{+jkl}\}$
(WXY, WXZ, YZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{ij+l}, \{n_{++kl}\}$
(WXZ, XYZ, WY)	$\{n_{ij+l}, \{n_{+jkl}, \{n_{i+++}\}$
(WXY, WXZ, XY)	$\{n_{ijk+}, \{n_{ij+l}, \{n_{+jkl}\}$
(WXZ, WYZ, XY)	$\{n_{i++l}, \{n_{i++kl}, \{n_{+jkl}\}$
(WXY, WXZ, XY, YZ)	$\{n_{ijk+}, \{n_{ij+l}, \{n_{+jkl}, \{n_{i++kl}\}$
(W, X, Y, Z)	$\{n_{i+++}, \{n_{+j++}, \{n_{++k+}, \{n_{+++l}\}$

Uji *goodness of fit* pada tabel kontingensi dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan antara frekuensi observasi dengan frekuensi yang diharapkan, pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat dalam penelitian ini, uji *goodness of fit* hanya dilihat dari nilai *pearson chi-square* saja, karena pada tabel kontingensi tak sempurna mempunyai beberapa sel kosong atau bernilai 0, sehingga jika dilakukan dengan melihat nilai statistik *rasio likelihood* maka nilai dari

statistik *rasio likelihood* (G^2) tidak akan terdefinisi karena nilai $\ln 0$ adalah tak hingga, adapun langkah-langkah pengujiannya sebagai berikut (Agesti, 2007):

- Hipotesis
 H_0 : Model sesuai dengan keadaan sebenarnya
 H_1 : Model tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya
- Taraf signifikansi
 $\alpha = 0.05$
- Statistik Uji :

$$\chi^2 = \sum_{ijkl} \left[\frac{(n_{ijkl} - m_{ijkl})^2}{m_{ijkl}} \right]$$
- Kriteria penolakan
Tolak H_0 jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$
- Kesimpulan
Jika $\chi_{hit}^2 > \chi_{tabel}^2$ atau $p_value \leq \alpha$ maka H_0 ditolak artinya model tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya atau jika $\chi_{hit}^2 \leq \chi_{tabel}^2$ atau $p_value > \alpha$ maka H_0 diterima artinya model sesuai dengan keadaan sebenarnya

Dalam menentukan model terbaik harus memenuhi kriteria berikut (Hapsari, 2011):

- Memenuhi uji *goodness of fit*
- Mudah ditafsirkan atau diterjemahkan
- Model sesederhana mungkin

Pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat ini, prosedur pemilihan model terbaik dimulai dengan memilih nilai χ^2 yang relatif kecil. Selain itu harus dilakukan Partisi *chi-square* untuk mendapatkan model terbaik yang paling sederhana (Trastika 2006 dalam Lestyorini, 2010).

Analisis residual ini bertujuan untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan yang tidak dapat dijelaskan baik dari masing-masing variabelnya maupun interaksi antar variabelnya, nilai residu yang terkecil diambil sebagai model log linier terbaik. Analisis residual dapat dicari dengan (Agesti, 2002):

$$e_{ijkl} = n_{ijkl} - \hat{m}_{ijkl} \text{ untuk } i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K, l = 1 \dots L \quad (11)$$

4. Analisis Data Pada Tabel Kontingensi Tak Sempurna Berdimensi Empat

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder. Data penelitian ini yaitu data jumlah pegawai negeri sipil Provinsi Jawa Barat tahun 2012 yang diambil dari kantor Badan Pusat Statistik (BPS) kota Bengkulu (Lampiran 2). Deskripsi dari data penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

- Variabel 1 adalah unit kerja (W) untuk variabel kolom, dengan $i = 1, \dots, 28$ merupakan jumlah dari kolom
- Variabel 2 adalah pendidikan formal (X) untuk variabel baris, dengan $j = 1, 2$ merupakan jumlah dari baris

- Variabel 3 adalah jenis kelamin (Y) untuk variabel layer, dengan $k = 1, 2$ merupakan jumlah dari layer
- Variabel 4 adalah golongan (Z) untuk variabel lapis, dengan $k = 1, 2, 3, 4$ merupakan jumlah dari lapis

Prosedur analisis pada data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012 berdasarkan unit kerja/institusi (W), tingkat pendidikan formal (X), jenis kelamin (Y) dan golongan (Z), yang disajikan pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat (Lampiran 3) adalah sebagai berikut:

Mencari statistik cukup minimal untuk data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012 berdasarkan unit kerja/institusi (W), tingkat pendidikan formal (X), jenis kelamin (Y) dan golongan (Z).

Data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam tabel kontingensi, dimana beberapa sel pada tabel tersebut bernilai nol, maka tabel tersebut disebut sebagai tabel kontingensi tak sempurna, untuk uji *goodness of fit* yang dilakukan hanya melihat nilai dari statistik *pearson chi-square* saja, karena nilai dari statistik *rasio likelihood* (G^2) tidak akan terdefinisi. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari data penelitian, pada model (W, X, Y, Z) yang berarti bahwa ke empat faktor yang mempengaruhi data saling bebas atau tidak ada interaksi antara ke empat faktor yang mempengaruhi data, diperoleh Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel Analisis Model Saling Bebas

Model	Model Log Linier	DB	(χ^2)	(χ^2) tabel	Keterangan
1	(W, X, Y, Z)	415	14315.98	463.497	H_0 Ditolak

Berdasarkan tabel di atas, model (W, X, Y, Z) dengan DB 415, dimana $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $14316 > 463.497$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (W, X, Y, Z) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Selanjutnya dilakukan analisis untuk dua faktor yang saling berinteraksi dan dua lainnya saling bebas, dimana untuk model dengan dua faktor yang saling berinteraksi dan dua lainnya saling bebas akan menghasilkan sebanyak 6 model, model tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Tabel Analisis Model Untuk 2 Faktor Berinteraksi dan 2 Faktor Lainnya Saling Bebas

Mode l	Model Log Linier	DB	(χ^2)	(χ^2) tabel	Keteranga n
2	(WX, Y, Z)	388	9259.2737	434.9288	H_0 Ditolak
3	(WY, X, Z)	388	10716.04	434.9288	H_0 Ditolak
4	(WZ, X, Y)	390	9435.23	437.0468	H_0 Ditolak
5	(XY, W, Z)	414	13630.30	462.4401	H_0 Ditolak
6	(XZ, W, Y)	412	14052.56	460.3255	H_0 Ditolak
7	(YZ, W, X)	412	13460.638	460.3255	H_0 Ditolak

Untuk model dengan dua faktor yang saling berinteraksi dan dua lainnya saling bebas, dengan melihat keadaan yang sebenarnya bahwa diantara faktor-faktor yang mempengaruhi data yaitu unit

kerja, tingkat pendidikan formal, jenis kelamin dan golongan, dapat dikatakan bahwa tingkat pendidikan formal akan mempengaruhi golongan, dengan melihat model 5 yaitu (XZ, W, Y) dimana nilai DBnya adalah 414 dan nilai $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $13630.30 > 462.4401$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (XZ, W, Y) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Selanjutnya untuk model dua faktor saling berinteraksi dan dua lainnya saling bebas, pada model 2 yaitu (WX, Y, Z) dengan menganggap bahwa faktor 1 mempengaruhi faktor ke 2, dengan DB sebesar 388 dan $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $9259.2737 > 434.9288$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (XZ, W, Y) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada model 3 yaitu (WX, Y, Z) dengan menganggap bahwa faktor 1 mempengaruhi faktor ke 3, dengan DB sebesar 388 dan $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $10716.04 > 434.9288$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (WX, Y, Z) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada model 4 yaitu (WZ, X, Y) dengan menganggap bahwa faktor 1 mempengaruhi faktor ke 4, dengan DB sebesar 390 dan $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $9435.23 > 437.0468$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (WZ, X, Y) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada model 6 yaitu (XZ, W, Y) dengan menganggap bahwa faktor 2 mempengaruhi faktor ke 4, dengan DB sebesar 412 dan $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $14052.56 > 460.3255$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (XZ, W, Y) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya. Pada model 7 yaitu (YZ, W, X) dengan menganggap bahwa faktor 2 mempengaruhi faktor ke 4, dengan DB sebesar 412 dan $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ atau $13460.638 > 460.3255$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak artinya model (YZ, W, X) tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Untuk analisis selanjutnya karena untuk tabel kontingensi berdimensi empat jika ingin melihat semua kemungkinan model yang ada, maka akan menghasilkan kemungkinan model yang sangat banyak, sehingga untuk analisis selanjutnya akan dibahas beberapa kemungkinan model saja yang saling berinteraksi. Berdasarkan analisis data yang dilakukan diperoleh hasil pada tabel berikut:

Tabel 8. Tabel Analisis Model Lainnya

Model	Model Log Linier	Db	(χ^2)	(χ^2) tabel	Keterangan
8	(WX, YZ)	385	8295.1386	431.75	H_0 Ditolak
9	(WX, XY, Z)	387	24513.18	228.58	H_0 Ditolak
10	(WX, WY, WZ)	384	29709165.24	430.69	H_0 Ditolak
11	(WX, XY, YZ)	280	69849.46	320.03	H_0 Ditolak
12	(WX, WY, XY)	361	396003560.9	406.31	H_0 Ditolak
13	(WX, WY, XY)	357	5332362.4	402.059	H_0 Ditolak
14	(WX, WY, XY)	354	2189988.65	398.87	H_0 Ditolak
15	(WX, WY, XY)	273	5.96E-08	313	H_0 Diterima
16	(WXY, Z)	333	5869.4	376.5	H_0 Ditolak
17	(WXY, YZ)	330	16465.8	373.36	H_0 Ditolak

18	(WXY, XZ, YZ)	230	2377272.20	266.4	H ₀ Ditolak
19	(WXY, WY, X)	276	707387.9	315.75	H ₀ Ditolak
20	(WXY, WY, X)	228	992287.8	264.2	H ₀ Ditolak
21	(WXY, WZ, X)	301	630491607.41	342.46	H ₀ Ditolak
22	(WXY, XYZ)	324	4784.7	366.98	H ₀ Ditolak
23	(WXY, WXZ)	112	11043657.03	137.7	H ₀ Ditolak
24	(WXZ, XYZ, Y)	208	9523360.9	242.65	H ₀ Ditolak
25	(WXY, WXZ)	129	2292580.1	156.51	H ₀ Ditolak
26	(WXZ, WYZ)	108	127442504.6	133.26	H ₀ Ditolak
27	(WXY, WXZ)	81	47951561704.2	103.01	H ₀ Ditolak
28	(WXYZ)	0	0	0	H ₀ Diterima

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat dilihat nilai statistik *Pearson Chi-Square* untuk model 7 sampai model 27 kecuali model 15, karena nilai dari $(\chi^2_{hit}) > (\chi^2_{tabel})$ untuk model 7 sampai model 27 kecuali model 15, maka memberikan keputusan bahwa H₀ ditolak, yang berarti bahwa model 7 sampai model 27 kecuali model 15 tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya, sedangkan untuk nilai statistik *Pearson Chi-Square* pada model 15 dengan DB 273 dan nilai $(\chi^2_{hit}) \leq (\chi^2_{tabel})$ atau $5.96E-08 \leq 313$ maka memberikan keputusan bahwa H₀ diterima, yang berarti bahwa model 15 sesuai dengan keadaan sebenarnya, selanjutnya pada model 28 dengan DB 0 dan nilai dari $(\chi^2_{hit}) \leq (\chi^2_{tabel})$ atau $0 \leq 0$, maka memberikan keputusan bahwa H₀ diterima, yang berarti bahwa model 28 sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Tahap selanjutnya adalah analisis pemilihan model terbaik dari data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012 yang merupakan analisis pemilihan model terbaik pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat, dimana pemilihan model terbaik menggunakan partisi *chi-square*, dimana pada tahap sebelumnya telah dilakukan uji *Goodness of Fit* dengan melihat nilai dari statistik *Pearson Chi-Square* dari masing-masing model dengan ketentuan $\chi^2_{hit} \leq \chi^2_{tabel}$ maka uji *Goodness of Fit* terpenuhi, adapun model yang memenuhi uji *Goodness of Fit* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Tabel Pemilihan Model

Model	Model Log Linier	Db	(χ^2)	Keterangan
15	(WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ)	273	5.96E-08	H ₀ Diterima
28	(WXYZ)	0	0	H ₀ Diterima

Dalam pembahasan selanjutnya akan dibandingkan model yang terpilih dari tahap sebelumnya yaitu tahap pemilihan model terbaik, dengan melihat selisih nilai statistik *Pearson Chi-Square* dan selisih DB dari model terpilih, tabel dari partisi *Chi-Square* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 10. Tabel Partisi *Chi - Square*

Model	Model Log Linier	Db	selisih	(χ^2)	selisih	Keterangan
15	(WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ)	273	-	5.96E-08	-	Model 15 lebih baik dari model 28

28	(WXYZ)	0	-	0	-	-
----	--------	---	---	---	---	---

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa model yang terbaik adalah model 15, dengan nilai statistik *Pearson Chi-Square* (χ^2) sebesar 5.96E-08, sehingga model 15 adalah model yang dipilih, dimana modelnya adalah (WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ). Pada model 15 diketahui bahwa model tersebut merupakan model dua arah yang berarti bahwa adanya hubungan antara dua faktor yang mempengaruhi data jumlah pegawai negeri sipil yakni, faktor unit kerja berinteraksi dengan pendidikan, unit kerja berinteraksi dengan jenis kelamin, unit kerja berinteraksi dengan golongan, pendidikan berinteraksi dengan jenis kelamin, pendidikan berinteraksi dengan golongan dan jenis kelamin berinteraksi dengan golongan. Dalam persamaan model *log linier* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} + \lambda_{jk}^{XY} + \lambda_{jl}^{XZ} + \lambda_{kl}^{YZ} + \lambda_{il}^{WZ}$$

Keterangan :

m_{ijkl} : frekuensi nilai pada sel ke- *ijkl* dalam model

μ : pengaruh rata-rata

λ_i^W : pengaruh dari variabel 1 terhadap model.

λ_j^X : pengaruh dari variabel 2 terhadap model.

λ_k^Y : pengaruh dari variabel 3 terhadap model.

λ_l^Z : pengaruh dari variabel 4 terhadap model.

λ_{ij}^{WX} : pengaruh interaksi dari variabel unit kerja dan variabel pendidikan formal

λ_{ik}^{WY} : pengaruh interaksi dari variabel unit kerja dan variabel jenis kelamin

λ_{il}^{XY} : pengaruh interaksi dari variabel unit kerja dan variabel golongan

λ_{jk}^{XZ} : pengaruh interaksi dari variabel pendidikan formal dan variabel jenis kelamin

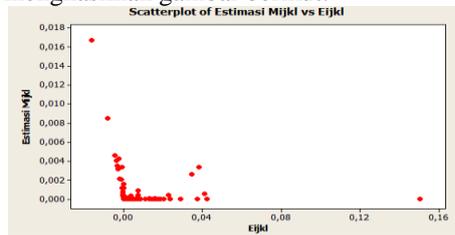
λ_{jl}^{YZ} : pengaruh interaksi dari variabel pendidikan formal dan variabel golongan

λ_{kl}^{WZ} : pengaruh interaksi dari variabel jenis kelamin dan variabel golongan

Dalam penelitian ini model terbaik adalah model dengan simbol (WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ), sehingga dilakukan analisis residual pada model tersebut yang bertujuan untuk mengukur sisa variabilitas data pengamatan, dimana residual merupakan nilai dari frekuensi pengamatan dikurangi dengan frekuensi harapan atau dilambangkan dengan $e_{ijkl} = n_{ijkl} - \hat{m}_{ijkl}$ untuk $i = 1 \dots I, j = 1 \dots J, k = 1 \dots K, l = 1 \dots L$.

Nilai residual positif mempunyai arti bahwa frekuensi pengamatan lebih besar dari frekuensi harapan, sebaliknya jika frekuensi harapan lebih

besar dari frekuensi pengamatan maka nilai residualnya negatif. Jika nilai residual diplotkan dengan nilai estimasi frekuensi harapan dengan menggunakan program minitab maka akan menghasilkan gambar berikut:



Gambar 1. Scatterplot Nilai Residual Berdasarkan Estimasi Nilai Harapan

Berdasarkan Gambar 1. di atas menunjukkan bahwa nilai residualnya relatif kecil (mendekati nilai nol), sehingga model dengan simbol (WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ) adalah model terbaik untuk mewakili data dengan kasus jumlah pegawai negeri sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna empat dimensi beserta penerapannya dalam kasus Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat tahun 2012, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model *log linier* empat dimensi merupakan perluasan dari model *log linier* tiga dimensi. Model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna adalah model *log linier* yang dilakukan pada tabel yang mempunyai sebuah sel kosong atau lebih untuk populasi yang ditinjau dengan dimensi empat. Bentuk umum model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna empat dimensi yaitu:
$$\log m_{ijkl} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} + \lambda_{il}^{XY} + \lambda_{jk}^{XZ} + \lambda_{jl}^{YZ} + \lambda_{kl}^{WZ} + \lambda_{ijk}^{WXY} + \lambda_{ijl}^{WXZ} + \lambda_{jkl}^{XYZ} + \lambda_{ijkl}^{WXYZ}$$
2. Penerapan model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat pada data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012. Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh 28 model yang mungkin terjadi untuk model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat. Pada analisis data ada 2 model yang memenuhi uji *Goodness of Fit*, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut dengan pemilihan model

terbaik menggunakan partisi *Chi-Square*, sehingga menghasilkan satu model terbaik dengan nilai (χ^2) terkecil. Oleh sebab itu model *log linier* terbaik pada kasus data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012 adalah $\log m_{ijk} = \mu + \lambda_i^W + \lambda_j^X + \lambda_k^Y + \lambda_l^Z + \lambda_{ij}^{WX} + \lambda_{ik}^{WY} + \lambda_{jk}^{XY} + \lambda_{jl}^{XZ} + \lambda_{kl}^{XZ} + \lambda_{il}^{WZ}$ yang disimbolkan dengan (WX, WY, XY, XZ, YZ, WZ) , dimana model ini juga memiliki nilai residual yang relatif kecil (mendekati nilai nol). Kesimpulan dari model terbaik tersebut bahwa variabel unit kerja (W) berinteraksi dengan ketiga variabel yang lain yaitu pendidikan formal (X), jenis kelamin (Y), golongan (Z), pendidikan formal (X) berinteraksi dengan kedua variabel lain yaitu, jenis kelamin (Y), golongan (Z) dan variabel jenis kelamin (Y) berinteraksi dengan variabel golongan (Z). Arti dari model terbaik tersebut adalah perbedaan unit kerja mempengaruhi ketiga variabel yang lain yaitu, pendidikan formal, jenis kelamin dan golongan, perbedaan pendidikan formal mempengaruhi kedua variabel yang lain yaitu jenis kelamin, dan golongan, serta variabel jenis kelamin mempengaruhi golongan

Penulis hanya melakukan analisis model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna berdimensi empat dan menerapkannya pada kasus data Jumlah Pegawai Negeri Sipil Provinsi Jawa Barat Tahun 2012 dengan melihat nilai dari statistik *Pearson Chi-Square* saja, sehingga pembaca dapat melakukan analisis untuk model *log linier* pada tabel kontingensi tak sempurna dengan melihat nilai statistik *rasio likelihood* (G^2) dengan memperhatikan data dan melakukan penggabungan antara baris, kolom, layer atau lapis pada data yang mengandung nilai nol. Penggabungan antara baris, kolom, layer atau lapis hanya dapat dilakukan jika jumlah dari variabel kategorik baris (i), kolom (j), layer (k) dan lapis (l) lebih dari dua kategori.

6. Daftar Pustaka

- Agresti, A. 2002. *Categorical Data Analysis*. John Willey and Sons. USA.
- Agresti, A. 2007. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Willey and Sons. USA.
- Anonim. 2012. Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. Jawa Barat Dalam Angka Tahun 2007-2012. Bengkulu
- Brzezinska, Justyna. 2012. *Hierarchical Log Linier Models For Contingency Tables*. Universitas Lodzensis.
- Destyarisani, Tiara. *Model Log Linier Jumlah Narapidana Kota Bengkulu Tahun 2011*. Fakultas MIPA UNIB. Bengkulu. Tidak Dipublikasikan.
- Fienberg, S.E. 2007. *The Analysis Cross-Classified Categorical Data, Second Edition*. Springer Science + Business Media. USA.
- Gottard, A., and Marchetti, G.M. 2011. *Quasi-Symmetric Graphical Log Linier Models*.

- Scandinavian Journal of Statistic*. Vol. 38. 447-465.
- Hapsari, G.S. 2011. *Model Log Linier Untuk Tabel Kontingensi Tak Sempurna Berdimensi Tiga (Studi Kasus Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2008 Menurut Umur, Pendidikan dan Jenis Kelamin)*. Fakultas MIPA UNY. Yogyakarta.
- Indratno, I., dan Irwinsyah, R. 1998. Aplikasi Analisis Tabulasi Silang (Crosstab) Dalam Perencanaan Wilayah dan Kota. *Jurnal PWK*. Vol. 9, No. 2, 48-59.
- Kamil, I., Susilawati, M., and Kencana, I. P.E. Model Log Linier Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hipertensi. *E-jurnal Matematika*. Vol. 1, No. 1, 84-88
- Klimova, A., Rudas, T., and Dobra, A. 2011. *Relational Models For Contingency Tables*. University of Washington.
- Kusumawardani, I.S., Gumila, I., dan Rostini, L. 2012. Analisis Surplus Konsumen dan Surplus Produsen Ikan Segar di Kota Bandung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 3, No. 4, 141-150.
- Lestiyorini, M. 2010. *Model Log Linear Multivariat Empat Dimensi (Studi Kasus : Akses Internet Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Yogyakarta)*. Fakultas MIPA UNY. Yogyakarta.
- Nopitasari, R. 2012. *Analisis Data Kategorik Dengan Pengkelasan Tertata (Ordered Categories)*. Fakultas MIPA UNIB. Bengkulu. Tidak Dipublikasikan.
- Olmus, H., and Erbras, S. 2012. *Analysis of Traffic Accidents Caused by Drivers by Using Log-Linier Models*. *Promet-Traffic & Transportation*. Vol. 24, No. 6. 495-504.
- Rahmana, A.M., dan Rahayu, S.P. (2013). Analisis Pola Hubungan Kerugian Negara Akibat Korupsi dengan Demografi Koruptor di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Semi Pomits*. Vol. 2, No. 2, 305-310.
- Wulandari, S.P., Salamah, M., dan Susilaningrum, D. 2009. *Diktat Pengajaran Analisis Data Kualitatif*. Fakultas Mipa Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.