

Estimasi Besar Klaim Menggunakan Model Regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG)

Great Estimated Claim Using Regression Model Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG)

¹Hasbi Azi Faisya, ²Sutawanir Darwis, ³Teti Sofia Yanti

^{1,2}Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹hasbiazif13@gmail.com, ²std.darwis@gmail.com, ³tetisofiyanti@gmail.com

Abstract. Regression model The Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG) regression model is a regression model that can handle cases and non-claims. In this thesis the data used are data of motor vehicle insurance participants throughout Indonesia in 2010 issued by OJK. The response variable data used in Inverse Gaussian distributed. The parameter estimation uses Maximum Likelihood Estimation (MLE) method using Newthom-Rapshon iteration. The estimation results show that the best model of the average probability of claim is

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(2,85 + 0,217DX_{3_3} - 0,279DX_{4_2} + 0,628DX_{4_5} - 2,18DX_{5_2})}{1 + \exp(2,85 + 0,217DX_{3_3} - 0,279DX_{4_2} + 0,628DX_{4_5} - 2,18DX_{5_2})}$$

Where DX33 is the dummy variable for the predictor variable of region code 2; ; DX42 and ; DX45 are dummy variables for predictor variables, 4-6 years of age, and 10-12 years of age; DX62 is a dummy variable for the Passenger Vehicle (Personal) predictor variable. And for the best model the average big claim is

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 3,40 \times 10^{-7}X_1 - 1,46 \times 10^{-9}X_2 + 0,203DX_{3_2} + 2,47DX_{3_3} + 0,644DX_{4_2} - 0,192DX_{4_3} + 0,616DX_{4_4} + 0,781DX_{4_6} + 0,319DX_{4_7} - 0,108DX_{5_2} + 0,467DX_{6_2} + 0,244DX_{6_3})$$

Where X1 is the predictor variable for gross premium; X2 is a predictor of the sum insured; DX3 is a dummy variable for predictor variables of area code; DX4 is a dummy variable for the vehicle's life predictor variable Vehicle age; DX5 is a dummy variable for the predictor variable of the coverage code; DX6 is a dummy variable for code usage variables.

Keywords: Claim Probability, great claim. ZAIG, MLE

Abstrak. Model regresi *Model regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG)* adalah model regresi yang dapat menangani kasus terjadi dan tidak terjadinya klaim. Dalam skripsi ini data yang digunakan adalah data peserta asuransi kendaraan bermotor di seluruh Indonesia tahun 2010 yang dikeluarkan oleh OJK. Data variabel respon yang digunakan berdistribusi *Inverse Gaussian*. Estimasi parameter menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* menggunakan iterasi *Newthom-Rapshon*. Hasil estimasinya menunjukkan bahwa model terbaik dari rata-rata probabilitas klaim adalah

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(2,85 + 0,217DX_{3_3} - 0,279DX_{4_2} + 0,628DX_{4_5} - 2,18DX_{5_2})}{1 + \exp(2,85 + 0,217DX_{3_3} - 0,279DX_{4_2} + 0,628DX_{4_5} - 2,18DX_{5_2})}$$

Dimana DX3₃ adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor kode wilayah 2; DX4₂ dan DX4₅ masing-masing adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor Umur kendaraan 4-6 tahun dan Umur kendaraan 10-12 tahun; DX6₂ adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor Kendaraan Penumpang (Pribadi). Dan untuk model terbaik rata-rata besar klaim adalah

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 3,40 \times 10^{-7}X_1 - 1,46 \times 10^{-9}X_2 + 0,203DX_{3_2} + 2,47DX_{3_3} + 0,644DX_{4_2} - 0,192DX_{4_3} + 0,616DX_{4_4} + 0,781DX_{4_6} + 0,319DX_{4_7} - 0,108DX_{5_2} + 0,467DX_{6_2} + 0,244DX_{6_3})$$

Dimana $X1$ adalah variabel prediktor untuk premi bruto; $X2$ adalah prediktor untuk harga pertanggungan; $DX3$ adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor kode wilayah; $DX4$ adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor umur kendaraan Umur kendaraan; $DX5$ adalah variabel *dummy* untuk variabel prediktor kode pertanggungan; $DX6$ adalah variabel *dummy* untuk variabel kode penggunaan.

Kata Kunci: probabilitas klaim, besar klaim, ZAIG, MLE.

A. Pendahuluan

Dalam literatur Asuransi dan aktuaria beberapa peneliti menyarankan *Generalized Linier Model (GLM)* untuk model biaya klaim sebagai fungsi dari faktor resiko pada asuransi seperti yang terdapat pada Resti.Y., Ismail, N, dan Jamaan, S.H. 2013. Sifat umum dari besar klaim yaitu mempunyai nilai positif dan miring ke kanan (Hogg and Klugman, 2009), maka model regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG)* yang merupakan model regresi gabungan dari distribusi *Bernoulli* dan distribusi *Inverse Gaussian* dapat digunakan pada kasus klaim bernilai nol (tidak terjadi klaim) dan kasus terjadinya klaim, dimana masing-masing kasus berturut-turut merupakan distribusi probabilitas diskrit dan distribusi probabilitas kontinu. Bortoluzzo A.B dkk (2003) berpendapat beberapa masalah yang terkenal di dalam asuransi adalah penetapan harga polis yang tepat. Aplikasi model regresi ZAIG dapat ditemukan di Jong, P.D. dan Heller, G.Z. (2008), selain mengaplikasikan model regresi ZAIG di dalam Jong, P.D. dan Heller, G.Z. (2008) juga terdapat perbandingan model regresi ZAIG dengan model Tweedie dan menemukan bahwa model regresi ZAIG lebih baik daripada model Tweedie.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: Adapun identifikasi masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu: Bagaimana cara melakukan pemodelan regresi ZAIG untuk data peserta asuransi kendaraan bermotor di seluruh Indonesia tahun 2010, Berapakah besar peluang dan besar klaim menggunakan model regresi ZAIG pada data peserta asuransi kendaraan bermotor di seluruh Indonesia tahun 2010. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb. Menentukan pemodelan regresi ZAIG untuk data peserta asuransi kendaraan bermotor di seluruh Indonesia tahun 2010, menentukan besar peluang dan besar klaim pada data peserta asuransi kendaraan bermotor di seluruh Indonesia tahun 2010 menggunakan model regresi ZAIG.

B. Landasan Teori

Asuransi ialah sebuah persetujuan yang dimana pihak yang menjamin berjanji kepada pihak yang dijamin, untuk menerima sejumlah uang sebagai pengganti kerugian, yang mungkin diderita oleh yang dijamin, karena diakibatkan dari suatu peristiwa yang belum jelas. Di dalam data asuransi sendiri. Dalam suatu periode asuransi, perusahaan akan menangani sejumlah klaim yang terjadi. Klaim merupakan risiko perusahaan. Pemodelan biaya klaim dapat mengendalikan risiko tersebut dengan melibatkan beberapa faktor yang mempengaruhi probabilitas klaim dan besarnya biaya klaim, seperti umur kendaraan, besar premi, daerah pemegang polis dan lain-lain. Pemodelan biaya klaim tergantung dari dua kondisi, 0 dan 1. Jika tidak terjadi klaim maka biaya klaimnya sama dengan 0 dan jika terjadi klaim maka biaya klaimnya sama dengan 1.

Model Regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian

ZAIG merupakan model regresi alternatif yang dapat digunakan untuk mencari probabilitas klaim pada besaran klaim yang bernilai nol dan positif.

Karena distribusi kontinu yang digunakan adalah Inverse Gaussian maka fungsi probabilitas ZAIG dapat ditulis sebagai berikut:

$$f(y) =$$

$$\begin{cases} (1 - \theta_i), & y_i = 0 \\ \theta_i \cdot \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi y_i^3}} \exp \left\{ -\frac{1}{2y_i} \left(\frac{y_i - \mu_i}{\mu_i \sigma} \right)^2 \right\}, & y_i > 0 \end{cases}$$

model regresi ZAIG dapat ditulis dalam bentuk

$$\theta = \frac{e^\theta}{1+e^\theta}, \text{ dengan } g(\theta) = \ln \frac{\theta}{(1-\theta)}$$

$$\mu = e^\mu, \text{ dengan } g(\mu) = \ln \mu$$

Nilai estimasi parameter dapat dicari menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) (Sunendiari., 2010) dengan mengetahui fungsi kepadatan peluang regresi ZAIG

$$(\theta, \mu, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n f(y_i; \theta, \mu)$$

untuk melakukan penyelesaian penaksiran parameter dalam bentuk matriks menggunakan prosedur *Newton-Raphson*, dengan rumus:

$$\beta_{(k+1)} = \beta_{(k)} - H(\beta_{(k)})^{-1} g(\beta_{(k)})$$

Metode

Langkah-langkah pembentukan model besar klaim dengan metode regresi ZAIG,

1. Menguji kecocokan distribusi menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov.
2. Melakukan estimasi parameter pada model regresi ZAIG dengan menggunakan metode MLE,
3. Menaksir parameter model dengan menggunakan metode Newton-Raphson.
4. Menguji signifikansi model dengan menggunakan uji Wald.
5. Dari hasil uji Wald bentuk model estimasi regresi untuk mencari besar peluang klaim dan besar klaim.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Uji Kecocokan Distribusi *Inverse Gaussian* Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov. Nilai taksiran pada distribusi *Inverse Gaussian* tidak dapat diselesaikan menggunakan metode MLE karena menghasilkan fungsi log-likelihood yang tidak linier, maka nilai taksirannya didapat menggunakan software *easyfit*, yaitu $\hat{\sigma} = 8.34E + 05$ dan $\hat{\mu} = 5.69E + 06$

Dengan menggunakan tingkat signifikansi (α) 5%, nilai kritisnya adalah $D_{0,05} = \frac{1,36}{\sqrt{n}} = \frac{1,36}{\sqrt{1898}} = 0,03122$. Karena $D < D_{0,05}$ maka diputuskan untuk menerima H_0 yang artinya variabel respon (Klaim Disetujui) dari data peserta asuransi kendaraan bermotor seluruh Indonesia berasal dari suatu populasi yang berdistribusi *Inverse Gaussian*.

Hasil Penaksiran Parameter Model Regresi ZAIG

Dalam bagian ini akan dilakukan penaksiran parameter model regresi ZAIG menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Untuk mendapat nilai taksiran parameter terlebih dahulu ditetapkan nilai taksiran awal yang diperoleh dari iterasi *Newton-Raphson*. Setelah mendapatkan nilai taksiran awal selanjutnya dilakukan estimasi parameter menggunakan bantuan software R.

Hasil Penaksiran dan Pengujian Parameter Besar Peluang Klaim Model Regresi ZAIG

Berikut merupakan hasil estimasi parameter untuk besar peluang klaim.

Tabel 4.2 Estimasi Parameter Besar Peluang Klaim Menggunakan Software R

Variabel	Parameter	Estimate	Std. Error	Pr(> t)
	<i>Intercept</i>	2,851	0,2443	<2e-16*
<i>X1</i>	Premi Bruto	-1,1E-08	1,06E-08	0,31648
<i>X2</i>	Harga Pertanggungan	-3,2E-10	2,25E-10	0,15933
<i>DX3₂</i>	Kode Wilayah 1	-0,2349	0,1255	0,06135
<i>DX3₃</i>	Kode Wilayah 2	0,2166	0,09212	0,01875*
<i>DX4₂</i>	Umur kendaraan 4-6 Tahun	-0,2793	0,06875	4,94E-05*
<i>DX4₃</i>	Umur kendaraan 7-9 Tahun	0,1312	0,1175	0,26417
<i>DX4₄</i>	Umur kendaraan 10-12 Tahun	0,08237	0,1406	0,55804
<i>DX4₅</i>	Umur kendaraan 13-15 Tahun	0,6276	0,2041	0,00211*
<i>DX4₆</i>	Umur kendaraan 16-18 Tahun	0,9138	0,5053	0,07058
<i>DX4₇</i>	Umur kendaraan 19-21 Tahun	0,7736	0,6438	0,22956
<i>DX4₈</i>	Umur kendaraan 22-24 Tahun	23,14	35360	0,99948
<i>DX4₉</i>	Umur kendaraan 25-27 Tahun	22,38	70710	0,99975
<i>DX4₁₀</i>	Umur kendaraan 28-30 Tahun	22,68	57740	0,99969
<i>DX5₂</i>	<i>Comprehensive</i>	-2,175	0,1912	<2e-16*
<i>DX6₂</i>	Penumpang (Pribadi)	-0,3981	0,2206	0,07117
<i>DX6₃</i>	Penumpang (Dinas)	-0,3083	0,2375	0,19420

* signifikan di level $\alpha = 0,05$

Berdasarkan tabel 4.2 parameter yang signifikan dilihat dari nilai p-value lebih kecil dari α , yaitu *Intercept*, Kode Wilayah 2 (*DX3₃*), Umur kendaraan 4-6 tahun (*DX4₂*), Umur kendaraan 10-12 tahun (*DX4₅*), *comprehensive* (*DX5₂*), Maka model yang didapat adalah :

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}{1 + \exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}$$

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata besar peluang klaim pada tabel (4.2), perusahaan asuransi dapat menentukan rata-rata besar peluang terjadinya klaim suatu kendaraan yang diasuransikan. Sebagai contohnya, jika seorang peserta asuransi mendaftarkan kendaraannya yang berada pada wilayah 2 (DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten) dengan umur kendaraan 5 tahun dan merupakan pertanggungan *comprehensive*.

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}{1 + \exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}$$

$$\begin{aligned} \hat{\theta} &= \frac{\exp(2,85 + 0,217(1) - 0,279(1) + 0,628(0) - 2,18(1))}{1 + \exp(2,85 + 0,217(1) - 0,279(1) + 0,628(0) - 2,18(1))} \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

Maka besar peluang klaim peserta asuransi yang mendaftarkan kendaraannya berada pada wilayah 2 (DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten) dengan umur kendaraan 5 tahun dan merupakan pertanggungan *comprehensive* sebesar 0,65. Artinya 65 dari 100 orang berpeluang mengajukan klaim di dalam kasus tersebut.

Hasil Penaksiran Parameter dan Pengujian Besar Klaim Model Regresi ZAIG

Berikut merupakan hasil estimasi parameter untuk besar peluang klaim.

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Besar Klaim Menggunakan Software R

Variabel	Parameter	Estimate	Std. Error	Pr(> t)
	<i>Intercept</i>	14,72	0,02079	<2e-16*
<i>X1</i>	Premi Bruto	3,4E-07	1,78E-13	<2e-16*
<i>X2</i>	Harga Pertanggungan	-1,5E-09	7,88E-15	<2e-16*
<i>DX3₂</i>	Kode Wilayah 1	0,2033	0,009401	<2e-16*
<i>DX3₃</i>	Kode Wilayah 2	2,465	0,009148	<2e-16*
<i>DX4₂</i>	Umur kendaraan 4-6 Tahun	0,6435	8,72E-06	<2e-16*
<i>DX4₃</i>	Umur kendaraan 7-9 Tahun	-0,1922	0,004126	<2e-16*
<i>DX4₄</i>	Umur kendaraan 10-12 Tahun	0,6156	0,0157	<2e-16*
<i>DX4₅</i>	Umur kendaraan 13-15 Tahun	-0,05276	0,05725	0,3568
<i>DX4₆</i>	Umur kendaraan 16-18 Tahun	0,7809	0,06144	<2e-16*
<i>DX4₇</i>	Umur kendaraan 19-21 Tahun	0,3186	0,1427	0,0257*
<i>DX4₈</i>	Umur kendaraan 22-24 Tahun	-2,883	6,408	0,6528
<i>DX4₉</i>	Umur kendaraan 25-27 Tahun	-3,591	21,32	0,8662
<i>DX4₁₀</i>	Umur kendaraan 28-30 Tahun	-3,175	11,29	0,7786
<i>DX5₂</i>	<i>Comprehensive</i>	-1,077	0,01813	<2e-16*
<i>DX6₂</i>	Penumpang (Pribadi)	0,4673	0,000125	<2e-16*
<i>DX6₃</i>	Penumpang (Dinas)	0,2437	0,005993	<2e-16*

* signifikan di level $\alpha = 0,05$

Berdasarkan Tabel 4.3 parameter yang signifikan dilihat dari nilai p-value lebih kecil dari α , yaitu *Intercept*, Premi Bruto, Harga Pertanggungan, Kode Wilayah 1, Kode Wilayah 2, Umur kendaraan 4-6 Tahun, Umur kendaraan 7-9 Tahun, Umur kendaraan 10-12 Tahun, Umur kendaraan 16-18 Tahun, Umur kendaraan 19-21 Tahun, *Comprehensive*, Kendaraan Penumpang milik Pribadi, kendaraan penumpang milik dinas, Maka model yang didapat adalah:

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 3,40 \times 10^{-7}X_1 - 1,46 \times 10^{-9}X_2 + 0,203DX_{3_2} + 2,47DX_{3_3} + 0,644DX_{4_2} - 0,192DX_{4_3} + 0,616DX_{4_4} + 0,781DX_{4_6} + 0,319DX_{4_7} - 0,108DX_{5_2} + 0,467DX_{6_2} + 0,244DX_{6_3})$$

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar klaim pada tabel (4.3), perusahaan asuransi dapat menentukan rata-rata besar klaim yang akan terjadi dari suatu kendaraan yang diasuransikan. Sebagai contohnya, jika seseorang mendaftarkan kendaraannya yang berada pada daerah wilayah 2 (DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten) dengan umur kendaraan 5 tahun dan merupakan pertanggungan *comprehensive*.

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 0,203DX_{3_2} + 2,47DX_{3_3} + 0,644DX_{4_2} - 0,192DX_{4_3} + 0,616DX_{4_4} + 0,781DX_{4_6} + 0,319DX_{4_7} - 0,108DX_{5_2})$$

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 0,203(1) + 2,47(0) + 0,644(1) - 0,192(0) + 0,616(0) + 0,781(0) + 0,319(0) - 0,108(1))$$

$$= \text{Rp } 18.840.135,00$$

Maka besar klaim peserta asuransi yang mendaftarkan kendaraannya berada pada wilayah 2 (DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten) dengan umur kendaraan 5 tahun dan merupakan pertanggungan *comprehensive* sebesar Rp 18.840.135,00.

Kemudian didapat ekspektasi besarnya klaim dari data tersebut untuk peserta yang berada di wilayah 2 (DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten), umur kendaraan 5 tahun dan merupakan pertanggungan *comprehensive* adalah sebesar :

$$E(Y) = \hat{\theta}\hat{\mu} = 0,65 \times \text{Rp } 18.840.135,00 = \text{Rp } 12.221.467,00$$

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai penaksiran parameter model regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter-parameter dalam regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG) ditaksir dengan menggunakan metode Maksimum *Likelihood*, yang selanjutnya diteruskan dengan metode numeric iterasi Newton-Raphson. Regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG) menggunakan dua fungsi penghubung, yaitu fungsi penghubung logit dan log. Bentuk taksiran model regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG) adalah:

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_{i1} + \hat{\alpha}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\alpha}_p X_{ip})}{1 + \exp(\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_{i1} + \hat{\alpha}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\alpha}_p X_{ip})}$$

dan

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{i1} + \hat{\beta}_2 X_{i2} + \dots + \hat{\beta}_p X_{ip})$$

2. Pengaplikasian regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG) pada data peserta asuransi kendaraan bermotor seluruh Indonesia tahun 2010 bahwa model regresi *Zero Adjusted Inverse Gaussian* (ZAIG) terbaik yaitu :

- a. Model besar peluang klaim regresi ZAIG dengan menggunakan fungsi penghubung logit :

$$\hat{\theta} = \frac{\exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}{1 + \exp(2,85 + 0,217DX3_3 - 0,279DX4_2 + 0,628DX4_5 - 2,18DX5_2)}$$

Model yang diperoleh menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya klaim adalah Kode wilayah, tahun kendaraan dan kode pertanggungan.

- b. Model besar klaim regresi ZAIG dengan menggunakan fungsi penghubung log :

$$\hat{\mu} = \exp(14,7 + 3,40 \times 10^{-7}X1 - 1,46 \times 10^{-9}X2 + 0,203DX3_2 + 2,47DX3_3 + 0,644DX4_2 - 0,192DX4_3 + 0,616DX4_4 + 0,781DX4_6 + 0,319DX4_7 - 0,108DX5_2 + 0,467DX6_2 + 0,244DX6_3)$$

Model yang diperoleh menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi besar klaim adalah premi bruto, harga pertanggungan, kode wilayah, tahun kendaraan, kode pertanggungan dan kode penggunaan.

Saran

Dalam penulisan skripsi ini, penulis melakukan penaksiran parameter regresi ZAIG dengan menggunakan metode Maximum Likelihood non-linier dengan pendekatan iterasi Newton-Raphson. Bagi pembaca yang berminat dengan permasalahan penaksiran parameter regresi ZAIG, disarankan untuk melakukan penaksiran parameter menggunakan pendekatan metode numerik lainnya dan menggunakan data besar klaim yang berbeda serta dilakukan di berbagai macam software agar mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- Bortoluzzo, A.B., Claro, D.P., Caetano, M.A.I., Artes, R. 2011. Estimating Total Claim Size in the Auto Insurance Industry: a Comparison between Tweedie and Zero-Adjusted Inverse Gaussian Distribution. *Brazilian Administration Review, Curitiba*.8:37-47.
- Hogg, R.V dan Klugman S.A. Loss Distributions. *1st Edn., John Wiley Sons, New York*, ISBN-10: 0470317302, pp: 248.

- Huda, N., Kusnandar, D., Kiftiah, M. 2015. Estimasi Parameter Model Regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG) Untuk Menentukan Besar Klaim. *Buletin Ilmiah Mat.Stat. dan Terapannya*, Vol. 4, hal. 323-328
- Jong, P.D. & Heller, G.Z. 2008. *Generalized Linear Models for Insurance Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sunendiari, Siti. (2010). *Statistika Matematika 1*, Pustaka Ceria Yayasan Pena, Bandung. 40154
- Resti.Y., Ismail, N, & Jamaan, S.H. 2013. Estimation of Claim Cost Data Using Zero Adjusted Gamma and Inverse Gaussian Regression Models. *Journal of Mathematics dan Statistics*.

