Variance: Journal of Statistics and Its Applications
Volume 6 Nomor 1 | April 2024
10.30598/variancevol6iss1page75-86
P-ISSN: 2685-8738 E-ISSN: 2685-872X

PENENTUAN PREMI MURNI DARI DATA KLAIM ASURANSI KENDARAAN RODA EMPAT DENGAN JENIS PERLINDUNGAN *COMPREHENSIVE*

Determination of Pure Premiums from Four-Wheel Vehicle Insurance Claim Data with Comprehensive Type of Protection

Tiara Yulita[1]*, Mitha Patricia[2], Agus Sofian Eka Hidayat[3]
[1,2] Program Studi Sains Aktuaria, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera
Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, 35365, Indonesia
[3]Actuarial Science Department, President University
Jl. Ki Hajar Dewantara, Kota Jababeka, Cikarang Baru, Bekasi, 17550, Indonesia

E-mail Corresponding Author: *tiara.yulita@at.itera.ac.id*

Abstrak: Produk asuransi kendaraan bermotor sudah banyak digunakan oleh banyak orang karena semakin banyak yang membutuhkan untuk meminimalkan risiko yang didapat oleh pihak tertanggung. Sehingga pihak tertanggung perlu membayarkan kewajiban berupa premi serta mengikuti syarat dan ketentuan yang telah disepakati bersama sebelumnya, untuk mendapatkan haknya berupa pembayaran klaim ketika terjadi suatu kejadian yang merugikan tertanggung. Besarnya premi dapat dilihat dari berbagai faktor seperti jenis perlindungannya yaitu *Total Loss Only* dan *Comprehensive*, usia kendaraan, riwayat klaim sebelumnya, dan faktor-faktor lainnya. Pada penelitian ini perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan premi yang menggunakan data riwayat klaim dari asuransi kendaraan roda empat periode 2020-2022 dengan jenis perlindungan *comprehensive* dengan menggunakan metode *compound model*. Dimana data banyak klaim mengikuti model distribusi *Negative Binomial*, dan data besar klaim mengikuti model distribusi *Lognormal*. Selanjutnya nilai ekspektasi dari kedua distribusi ini akan dikalikan untuk menentukan premi murni dari asuransi kendaraan roda empat.

Kata Kunci: Asuransi Kendaraan Roda Empat, *Comprehensive*, Data Klaim, Premi.

Abstract: *Motor vehicle insurance products are widely used by many people because more and more people need them to minimize the risks faced by the insured party. The insured party needs to pay obligations in the form of premiums and follow the terms and conditions previously agreed upon, to obtain their rights in the form of claim payments when an event occurs that is detrimental to the insured. The amount of the premium can be seen from various factors such as the type of protection, namely Total Loss Only and Comprehensive, vehicle age, previous claim history, and other factors. In this study, the calculations carried out were premium calculations using historical claims data from four-wheeled vehicle insurance for the 2020-2022 period with comprehensive protection type with the compound model method. Where the data for many claims follows the Negative Binomial distribution model, and the data for large claims follows the Lognormal distribution model. Next, the expected values of these two distributions will be multiplied to determine the pure premium for four-wheeled vehicle insurance.*

Keywords**:** *Claims Data, Comprehensive, Four Wheel Vehicle Insurance, Premiums.*

1. PENDAHULUAN

Seiring pertumbuhan dalam industri otomotif yang semakin pesat, perkembangan jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia juga semakin meningkat [1]. Hal ini dikarenakan kendaraan bermotor, baik berupa motor, mobil, bus, dan lain-lain, merupakan suatu kebutuhan untuk menunjang mobilitas dari suatu tempat ke tempat lainnya. Peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan kondisi lalu lintas semakin padat, serta menimbulkan berbagai risiko seperti kecelakaan, kerusakan, kehilangan, dan risiko-risiko lainnya [2].

Berbagai risiko yang muncul tentu saja merugikan bagi pemilik kendaraan. Oleh karena itu, untuk mengurangi atau membagi risiko yang mungkin terjadi kedepannya, pemilik kendaraan dapat mengasuransikan

 Submitted: 2024-01-15 *Accepted: 2024-03-09*

kendaraan bermotor. Sehingga nantinya perusahaan asuransi dapat memberikan suatu manfaat atau *benefit* sesuai perjanjan apabila terjadi suatu kerugian, dengan syarat pemilik kendaraan, atau yang disebut sebagai tertanggung, harus membayar kewajibannya berupa premi [3].

Pada dasarnya, asuransi merupakan suatu bentuk perlindungan secara finansial yang bertujuan mendapatkan ganti rugi atau manfaat ketika terjadi hal-hal tidak terduga yang tidak diinginkan dan merugikan tertanggung [4]. Dimana jenis-jenis asuransi terbagi menjadi dua yaitu asuransi jiwa dan asuransi umum, baik berupa asuransi konvensional maupun syariah. Asuransi kendaraan bermotor digolongkan sebagai asuransi umum dikarenakan objek pertanggungan yang dijamin adalah harta benda, dengan dua jenis perlindungan, yaitu *Total Loss Only* (TLO) dan *Comprehensive*. Pertanggungan dengan jenis TLO merupakan suatu jaminan perlindungan untuk kendaraan bermotor apabila kerusakan terhadap kendaraan bermotor di atas 75%. Sedangkan jenis *Comprehensive* atau *All Risk* merupakan suatu jaminan perlindungan untuk kendaraan bermotor dengan memberikan penggantian biaya atas risiko-risiko yang terjadi, baik itu risiko ringan, berat, ataupun kehilangan kendaraan. Oleh karena itu, perusahaan membayar semua biaya perbaikan kendaraan dari semua kerugian yang terjadi, asalkan yang bukan disengaja, maka premi yang akan dibayarkan akan lebih mahal dibandingkan premi asuransi dengan perlindungan TLO [5].

Ketika nantinya terjadi suatu kecelakaan atau kerugian, maka tertanggung akan mengajukan klaim kepada perusahaan asuransi. Klaim merupakan suatu pengajuan yang dilakukan oleh tertanggung terhadap perusahaan asuransi agar perusahaan asuransi dapat membayarkan hak tertanggung berupa manfaat atas kerugian yang terjadi sesuai kesepakatan, setelah menjalankan kewajibannya berupa pembayaran premi [6]. Oleh karena itu perusahaan asuransi yang merupakan pihak yang mengambil alih dan menerima risiko perlu mengantisipasi agar klaim-klaim yang terjadi tidak menyebabkan kerugian bahkan sampai membuat kebangkrutan, dengan menentukan premi asuransi yang sesuai dan optimal [7].

Dalam menentukan premi suatu produk dari perusahaan asuransi, diperlukan data-data seperti frekuensi klaim, banyak klaim, besar klaim, dan komponen-komponen lainnya. Kemudian data-data tersebut nantinya akan diidentifikasi untuk mencari tahu distribusi yang digunakan [8]. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [9] terkait model distribusi untuk data klaim asuransi mobil dalam menentukan premi murni, didapatkan hasil bahwa data banyaknya klaim berdistribusi Binomial Negatif dengan distribusi besar klaim adalah Log-logistik berdasarkan data klaim pada tahun 2018 di suatu perusahaan asuransi mobil cabang Manado. Dikarenakan tidak diketahuinya jenis perlindungan yang digunakan, maka pada penelitian ini akan digunakan data klaim perusahaan asuransi kendaraan roda empat pada periode 2020 – 2022 dengan jenis perlindungan *Comprehensive*, dimana perusahaan akan membayar semua klaim yang diajukan nasabah tanpa ada syarat lebih lanjut. Nantinya akan diperoleh nilai ekspektasi dari setiap distribusi yang mewakili data banyak klaim dan besar klaim yang diperlukan untuk mencari premi murni asuransi kendaraan bermotor, yaitu jumlah uang yang seharusnya dibayarkan oleh pihak asuransi atas kerugian yang dilindungi tanpa memperhitungkan biaya dan beban operasional perusahaan asuransi.

2. METODOLOGI

2.1. Model Distribusi Banyaknya Klaim

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berupa data frekuensi klaim, banyak klaim, dan besaran klaim perusahaan asuransi kendaraan roda empat di Indonesia yang didapat dari tahun 2020-2022. Adapun perlindungan yang diberikan adalah perlindungan *Comprehensive*.

Tabel 1. Data Frekuensi dan Banyak Klaim

Frekuensi Klaim	Banyak Klaim
0	676
1	87
2	12
3+	0
Total	775

2.2. Model Distribusi Banyaknya Klaim

2.2.1. Distribusi *Negative Binomial*

Distribusi *Negative Binomial* merupakan salah satu distribusi diskrit. Pada distribusi ini, fungsi peluangnya adalah [9]

$$p_0 = \frac{1}{(1+\beta)^r}$$
$$p_k = \frac{r \cdot (r+1) \ldots (r+k-1) \cdot \beta^k}{k! \cdot (1+\beta)^{r+k}} \quad ; k = 1, 2, \ldots \tag{1}$$

Keterangan:

p_k : fungsi peluang diskrit (*Probability Density Function*).

r, β : parameter untuk distribusi *Negative Binomial*.

k : banyaknya klaim.

Selanjutnya untuk persamaan nilai ekspektasi atau rata-ratanya dan variansnya adalah

$$E(X) = r\beta$$
$$Var(X) = r\beta(1+\beta) \tag{2}$$

2.3. Model Distribusi Besarnya Klaim

2.3.1. Distribusi *Lognormal*

Distribusi *Lognormal* juga merupakan salah satu distribusi yang cocok untuk data besar klaim. Dimana pada distribusi ini terdapat dua parameter yaitu μ dan σ. Adapun fungsi peluang dari distribusi *Lognormal* adalah sebagai berikut [9]

$$f(x) = \frac{1}{x \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(\ln x - \mu)^{2})}{2\sigma^2}} \tag{3}$$

Keterangan:

e : basis logaritma natural ($e = 2{,}71828$)

x : besar klaim

μ, σ : parameter distribusi *Lognormal*

π : konstanta dalam matematika ($\pi = \frac{22}{7}$)

Selanjutnya untuk persamaan nilai ekspektasi atau rata-ratanya adalah:

$$E\left(X^k\right) = e^{k \cdot \mu + \frac{1}{2}k^2\sigma^2}$$
$$E(X) = e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \tag{4}$$

Kemudian untuk mencari variansinya diperoleh dari:

$$Var(X) = E(X^2) - \left(E(X)\right)^2$$
$$Var(X) = e^{2\mu + \frac{1}{2}(2^2)\sigma^2} - \left(e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}\right)^2 = e^{2\mu + 2\sigma^2} - \left(e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}\right)^2 \tag{5}$$

2.4. Estimasi Parameter

2.4.1. Metode Momen

Metode momen merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan estimasi parameter suatu distribusi dengan mencocokkan momen-momen teoritis dengan momen-momen sampel dari data yang dimaksud. Adapun estimasi dengan metode momen dari suatu parameter, misalnya θ yang merupakan solusi penyelesaian dari persamaan p adalah sebagai berikut [9].

$$\mu'_k(\theta) = \mu'_k = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^k \tag{6}$$

Di mana nilai μ^k dari suatu data akan dicocokan dengan nilai $E(X^k)$ dari suatu distribusi yang digunakan, agar nantinya diperoleh nilai estimasi parameternya. Namun metode momen tidak selalu memberikan hasil yang baik untuk estimasi parameter. Oleh karena itu dapat menggunakan metode estimasi parameter lainnya seperti *Maximum Likelihood Estimation*.

2.4.2. *Maximum Likelihood Estimation* (MLE)

Metode *Maximum Likelihood Estimation* atau biasa disingkat dengan MLE, merupakan suatu metode untuk menentukan nilai estimasi parameter dari suatu distribusi peluang. Di mana pada metode ini, fungsi *likelihood*, sebuah fungsi yang dapat menentukan probabilitas suatu nilai terjadi dengan berdasarkan data yang diamati, akan dimaksimumkan untuk dapat menentukan nilai estimasi parameternya. Adapun langkah-langkah dalam menentukan nilai estimasi parameter adalah sebagai berikut [9]:

1. Membentuk fungsi *Likelihood*.

$$\begin{aligned} L(\theta) &= \prod_{i=1}^{n} \Pr(X_i \in A_i \mid \theta) \\ L(\theta) &= \prod_{i=1}^{n} f x_i(X_i \mid \theta) \end{aligned} \tag{7}$$

2. Membentuk transformasi terhadap fungsi *Likelihood* ke dalam bentuk ln.

$$\begin{aligned} \ln\big(L(\theta)\big) = l(\theta) &= \ln\left(\prod_{i=i}^{n} f x_i(X_i \mid \theta)\right) \\ l(\theta) &= \sum_{i=1}^{n} \ln f x_i(X_i \mid \theta) \end{aligned} \tag{8}$$

3. Turunkan terhadap parameternya agar suatu fungsi dapat dimaksimumkan, maka nilai dari turunannya harus sama dengan nol.

$$\begin{aligned} \frac{d}{d\theta}\, l(\theta) &= 0 \\ \frac{d}{d\theta}\left(\sum_{i=1}^{n} \ln f x_i(X_i \mid \theta)\right) &= 0 \end{aligned} \tag{9}$$

Nantinya hasil dari penurunan ini akan didapatkan nilai estimasi parameter suatu distribusi yang digunakan.

2.5. Uji Kecocokan Model

2.5.1. Uji *Chi-Square*

Uji *Chi-Square* merupakan salah satu uji kecocokan model yang termasuk uji non parametrik, dimana uji ini dapat digunakan untuk data yang berdistribusi diskrit seperti distribusi *Poisson* dan *Negative Binomial* [9]. Adapun langkah-langkah dalam uji *Chi-Square* antara lain:

1. Menentukan hipotesis yang digunakan

   Adapun hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Data mengikuti suatu distribusi tertentu.

H_1 : Data mengikuti distribusi lainnya.

2. Menentukan taraf signifikansi yang digunakan, serta menentukan derajat kebebasan suatu data. Taraf signifikansi merupakan suatu besarnya peluang terjadinya suatu kesalahan. Umumnya taraf signifikansi (α) adalah sebesar1%, 5%, dan 10%. Hal ini dikarenakan semakin kecilnya taraf signifikansi, berarti semakin baik hasil pengambilan keputusan dari perumusan hipotesisnya [10]. Sementara derajat kebebasan atau *degree of freedom* (df) merupakan jumlah total dari suatu observasi yang dikurangi dengan jumlah batasan independen yang dipakai dalam suatu penelitian atau observasi. Adapun rumus untuk mencari derajat kebebasan pada uji *Chi-Square* adalah:

$$df = k - 1 - p \tag{10}$$

Di mana k merupakan jumlah kumpulan data dan p adalah banyaknya parameter.

3. Menentukan daerah kritis

Penentuan daerah kritis dilakukan untuk menentukan keputusan apakah H_0 akan diterima atau akan ditolak. Adapun daerah kritis untuk uji *Chi-Square* adalah:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ ketika } X^2_{hitung} \geq X^2_{tabel} \tag{11}$$

4. Statistik uji

Untuk menentukan nilai X^2_{tabel} harus dilihat dari tabel *Chi-Square*, dimana:

$$X^2_{tabel} = X^2_{df,\alpha} \tag{12}$$

Sementara untuk mencari X^2_{hitung} adalah:

$$X^2_{hitung} = \sum_{j=1}^{k} \frac{\left(E_j - O_j\right)^2}{E_j} \tag{13}$$

5. Menentukan keputusan

Dalam menentukan keputusan, disesuaikan dari nilai X^2_{hitung} dan X^2_{tabel}. Di mana keputusan H_0 ditolak ketika $X^2_{hitung} \geq X^2_{tabel}$, ataupun H_0 diterima jika $X^2_{hitung} \leq X^2_{tabel}$.

6. Menarik kesimpulan

Pada penarikan kesimpulan, akan disimpulkan bahwa data tersebut pada taraf signifikasi α mengikuti distribusi tertentu ketika H_0 diterima. Sementara ketika H_0 ditolak maka data pada taraf signifikansi α mengikuti distribusi lainnya.

2.5.2. Uji *Anderson-Darling*

Uji *Anderson-Darling* merupakan suatu uji kecocokan model untuk distribusi kontinu. Pada pengujian ini, pendekatan yang dilakukan bervariasi mengikuti distribusi teoritis yang digunakan [11]. Sehingga uji *Anderson-Darling* menghasilkan keputusan yang lebih baik dibanding uji *Kolmogrov-Smirnov*. Namun data klaim yang digunakan pada pengujian ini merupakan data individu yang mempunyai beberapa informasi, sehingga untuk data yang dikelompokkan tidak dapat dilakukan [12]. Adapun langkah-langkah dalam uji *Anderson-Darling* adalah:

1. Perumusan hipotesis

Adapun hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Data mengikuti suatu distribusi tertentu.

H_1 : Data mengikuti distribusi lainnya.

2. Penentuan taraf signifikansi

Taraf signifikansi yang biasa digunakan adalah 1%, 5%, dan 10%.

3. Penentuan daerah kritis

   Penentuan daerah kritis dilakukan untuk menentukan keputusan apakah H_0 akan diterima atau akan ditolak. Adapun daerah kritis untuk uji Anderson-Darling adalah tolak H_0 ketika nilai statistik uji lebih dari nilai kritis dan ketika nilai *P-Value* lebih dari α.

4. Statistik uji

   Adapun statisik untuk *Anderson-Darling* adalah:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[(2i-1)[\ln\left(F(x_i) + \ln\left(1 - F(x_{n-i+1})\right)\right)]\right] \tag{14}$$

   Dimana nilai kritis untuk uji *Anderson-Darling* mengacu pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Kritis Uji *Anderson-Darling*

A	0,01	0,025	0,05	0,10	0,15
Nilai kritis	3,853	3,070	2,492	1,933	1,610

5. Menentukan keputusan

   Keputusan ditentukan berdasarkan hasil dari statistik uji, di mana tolak H_0 ketika nilai statistik uji > nilai kritis atau H_0 tidak ditolak ketika nilai statistik uji < nilai kritis.

6. Kesimpulan

   Kesimpulan dibuat berdasarkan hipotesis yang dirumuskan, di mana ketika H_0 tidak ditolak, berarti data mengikuti distribusi tertentu. Sebaliknya ketika H_0 ditolak, berarti data mengikuti distribusi lainnya.

2.6. *Aggregate Loss*

Aggregate loss merupakan suatu total kerugian yang terjadi pada pihak tertanggung atau pemegang polis, di mana total kerugian tersebut merupakan kewajiban bagi pihak perusahaan asuransi untuk menanggungnya dalam suatu periode waktu tertentu [13]. Adapun *aggregate loss* dimisalkan dengan suatu variabel acak S, kemudian untuk banyak klaim dinyatakan dengan variabel acak N, sementara untuk besar klaim dinyatakan dalam variabel acak X [9]. Sehingga,

$$S = X_1 + X_2 + \cdots + X_N,\ N = 0,\ 1, 2, \ldots \tag{15}$$

Dimana ketika N = 0 maka S = 0. Adapun model ini merupakan *collective risk*, yang memiliki asumsi sebagai berikut [6]:

1. Dengan $N = n$, variabel acak $X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ merupakan suatu *independent and identically distributed* (*i.i.d*) atau berdistribusi identik dan saling bebas.
2. Dengan $N = n$, distribusi umum dari suatu variabel acak $X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ tidak bergantung dengan n.
3. Distribusi pada variabel acak N sama sekali tidak bergantung dengan nilai dari $X_1 + X_2 + \cdots + X_n$.

2.7. Premi Murni

Premi murni merupakan suatu besaran biaya atau kerugian yang digunakan dalam mengukur risiko pada suatu perusahaan asuransi. Premi murni merujuk pada besaran biaya atau kerugian yang diharapkan dari suatu risiko tertentu, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti keuntungan perusahaan, biaya administrasi, atau faktor investasi [14]. Diketahui bahwa S merupakan variabel acak dari *aggregate loss*, kemudian untuk banyak klaim dinyatakan dengan variabel acak N, sementara untuk besar klaim dinyatakan dalam variabel acak X. Setiap asumsi yang ada harus terpenuhi untuk dapat dilanjutkan ke dalam *Compound Model*. Adapun *Compound Model* dapat digunakan dalam menentukan nilai premi murni dari asuransi kendaraan khususnya roda empat. Dimana persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut [15]:

$$E(S) = E(N) \cdot E(X) \tag{16}$$

$$Var(S) = E(N) \cdot Var(X) + E(X)^2 \cdot Var(N) \tag{17}$$

Dimana $E(S)$ merupakan premi murni, sehingga perlu dibangun model distribusi untuk N dan X agar nantinya dapat diperoleh nilai $E(N)$, $E(X)$, $Var(X)$, dan $Var(N)$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Model Distribusi *Negative Binomial* untuk Data Banyak Klaim

Distribusi yang digunakan untuk data banyak klaim adalah distribusi *Negative Binomial* dengan parameter r dan β. Di mana nilai estimasi parameter r dan β dapat dicari dengan menggunakan metode momen. Dari data diperoleh nilai $\mu = 0{,}143226$ dan $Var(X) = 0{,}153878$.

Sehingga

$$Var(X) = r\beta(1+\beta) = 0{,}1538785$$

$$Var(X) = 0{,}143226(1+\beta) = 0{,}1538785$$

$$\hat{\beta} = 0{,}074375$$

Setelah mendapatkan nilai $\hat{\beta}$, selanjutnya dicari nilai $\hat{r}$ dari nilai $E(X)$

$$E(X) = r \cdot \beta = 0{,}143226$$

$$\hat{r} = 1{,}92572.$$

3.2. Model Distribusi *Lognormal* untuk Data Besar Klaim

Distribusi yang akan digunakan pada data besar klaim adalah distribusi *Lognormal* dengan parameter μ dan σ. Untuk mencari estimasi parameter μ dan σ pada distribusi *Lognormal*, digunakan metode MLE. Berikut perhitungan yang dilakukan:

1. Membentuk fungsi *likelihood*

$$L(\mu, \sigma) = \prod_{i=1}^{99} \frac{1}{x_i \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(\ln x_i - \mu)^2)}{2\sigma^2}}$$

$$L(\mu, \sigma) = (\prod_{i=1}^{99} x_i^{-1})\ (\sigma^{-99})\left(\sqrt{2\pi}\right)^{-99}\ e^{\frac{-1}{2\sigma^2}(\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)^2)}$$

$$L(\mu, \sigma) = (\prod_{i=1}^{99} x_i^{-1})\ (\sigma^{-99})(2\pi)^{-\frac{99}{2}}\ e^{\frac{-1}{2\sigma^2}(\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)^2)}$$

2. Bentuk ln dari fungsi *likelihood*

$$\ln\left(L(\mu, \sigma)\right) = \ln\left((\prod_{i=1}^{99} x_i^{-1})\ (\sigma^{-99})(2\pi)^{-\frac{99}{2}}\ e^{\frac{-1}{2\sigma^2}(\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)^2)} \right)$$

$$l(\mu, \sigma) = -\sum_{i=1}^{99} \ln(x_i) - 99\ln(\sigma) - \frac{99}{2}\ln(2\pi) - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)^2$$

3. Turunkan terhadap parameter μ yang disamakan dengan 0 untuk memaksimalkan nilainya

$$\frac{d}{d\mu} l(\mu, \sigma) = 0 - 0 - 0 - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)\ (2)(-1)$$

$$0 = \frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)$$

$$\hat{\mu} = 19{,}77613$$

4. Setelah memperoleh nilai $\hat{\mu}$, selanjutnya dicari nilai $\hat{\sigma}$ dengan menurunkan fungsi $l(\mu\,,\sigma)$ terhadap parameter σ, yang disamakan dengan 0 untuk memaksimalkan nilainya

$$\frac{d}{d\sigma}l(\mu\,,\sigma) = 0 - \frac{99}{\sigma} - 0 - (\frac{1}{2}(-\frac{2}{\sigma^3})\,\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - \mu)^2$$

$$\frac{d}{d\sigma}l(\mu\,,\sigma) = -\frac{99}{\sigma} + \frac{1}{\sigma^3}\left(\sum_{i=1}^{99}(\ln x_i - 19{,}77613)^2\right)$$

$$\frac{99}{\sigma} = \frac{1}{\sigma^3}(146{,}1528373)$$

$$\hat{\sigma} = 1{,}22$$

Sehingga untuk distribusi *Lognormal* diperoleh nilai estimasi untuk μ dan σ adalah $\hat{\mu} = 19{,}77613$ dan $\hat{\sigma} = 1{,}22$. Dari nilai estimasi parameter tersebut dapat dicari nilai untuk $E(X)$ dan $Var(X)$ yaitu :

$$E(X) = e^{\mu+\frac{1}{2}\sigma^2} = e^{19{,}77613+\frac{1}{2}(1{,}22^2)} = 816.330.618$$

$$Var(X) = e^{2\mu+2\sigma^2} - \left(e^{\mu+\frac{1}{2}\sigma^2}\right)^2 = e^{2(19{,}77613)+2(1{,}22^2)} - (816{,}330{,}618)^2 = 2{,}95213408 \cdot 10^{18}.$$

3.3. Uji *Chi-Square* Model Distribusi *Negative Binomial*

Dari nilai estimasi parameter distribusi *Negative Binomial*, akan dilakukan uji kecocokan model menggunakan metode uji *Chi-Square*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan hipotesis yang digunakan

   H_0 = Data banyak klaim mengikuti distribusi *Negative Binomial*.

   H_1 = Data banyak klaim mengikuti distribusi lainnya.

2. Menentukan taraf signifikansi dan derajat kebebasannya

   Taraf signifikansi (α). = 5%

   Derajat kebebasan (df) = 4-1-2 = 1.

3. Menentukan daerah kritis

   Tolak H_0 ketika $X^2_{hitung} \geq X^2_{tabel}$.

4. Statistik uji:

$$X^2_{tabel} = X^2_{df,\alpha} = X^2_{1,0.05} = 3{,}8415$$

$$X^2_{hitung} = \sum_{j=1}^{k}\frac{\left(E_j - O_j\right)^2}{E_j}$$

Tabel 3. Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Negative Binomial

Banyak Klaim	Jumlah Polis	O_j	E_j	$\frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$
0	676	676	675,0005	0,00148
1	87	763	764,9852	0,005152
2	12	775	774,0978	0,001051
3+	0	775	774,0978	0,001051
			Total	0,008735

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh hasil $X^2_{hitung} = 0{,}008735$ dengan $X^2_{tabel} = X^2_{1,0.05} = 3{,}8415$.

5. Sehingga didapatkan keputusan bahwa H_0 tidak ditolak karena

$$X^2_{hitung}\,(0{,}008735) \leq X^2_{tabel}\,(3{,}8415)$$

6. Jadi, dapat disimpulkan bahwa data banyaknya klaim pada taraf signifikansi (α) sebesar 5% dengan derajat kebebasan (df) adalah 1 mengikuti distribusi *Negative Binomial*.

3.4. Uji *Anderson-Darling* Model Distribusi *Lognormal*

Pada distribusi *Lognormal*, diperoleh nilai estimasi parameternya adalah $\hat{\mu} = 19{,}77613$ dan $\hat{\sigma} = 1{,}22$. Kemudian akan ditentukan apakah data besar klaim berdistribusi *Lognormal* dengan uji *Anderson-Darling*. Pengujian ini akan dibantu dengan software *Minitab* untuk mempermudah. Berikut langkah-langkah uji *Anderson-Darling* yang dilakukan:

1. Perumusan hipotesis

   H_0 = Data besar klaim mengikuti distribusi *Lognormal*.

   H_1 = Data besar klaim mengikuti distribusi lainnya.

2. Penentuan taraf signifikansi

   Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah sebesar 5%.

3. Penentuan daerah kritis

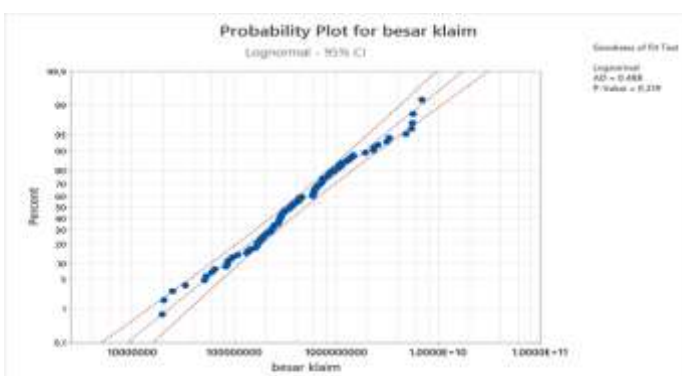
   Tolak H_0 ketika nilai statistik uji > nilai kritis dan *P-Value* < α

4. Statistik uji

   Adapun nilai kritis pada α = 5% pada uji Anderson darling adalah sebesar 2,492. Kemudian hasil dari analisis uji Anderson-Darling menggunakan *Minitab* sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Uji *Anderson Darling* Distribusi *Lognormal* dengan *Minitab*

Distribution	AD	P
Lognormal	0,488	0,219



Gambar 1. *Probability* Plot Data Besar Klaim Distribusi Lognormal

Berdasarkan uji *Anderson-Darling* dengan *Minitab* pada distribusi *Lognormal*, diperoleh nilai statistik uji = 0,488 dengan *P-Value* = 0,219.

5. Menentukan keputusan

   Berdasarkan statistik uji, diperoleh keputusan bahwa H_0 tidak ditolak karena nilai statistik uji (0,488) < nilai kritis (2,492) dan nilai *P-Value* (0,219) > α (0,05).

6. Kesimpulan

   Sehingga kesimpulan yang diperoleh dari data besar klaim pada taraf signifikansi 5% adalah data besar klaim berdistribusi secara *Lognormal*.

3.5. Perhitungan Premi Murni

Pada perhitungan premi murni, distribusi yang digunakan untuk data banyak klaim distribusi *Negative Binomial*. Karena pada uji *Chi-Square*, distribusi *Negative Binomial* terbukti memenuhi syarat. Kemudian pada data besar klaim, distribusi yang digunakan adalah distribusi *Lognormal* karena pada uji *Anderson-Darling* diperoleh hasil bahwa distribusi *Lognormal* memenuhi syarat. Oleh karena itu, dapat ditentukan nilai premi murni menggunakan distribusi *Negative Binomial* untuk data banyak klaim dengan distribusi *Lognormal* untuk data besar klaim. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$E(S) = E(N) \cdot E(X)$$

Di mana $E(S)$ merupakan premi murni asuransi mobil, $E(N)$ merupakan ekspektasi banyak klaim berdistribusi *Negative Binomial*, dan $E(X)$ adalah ekspektasi besar klaim berdistribusi *Lognormal*. Sehingga

$$E(S) = (0{,}008735) \cdot (816.330.618)$$

$$E(S) = 7.130.648$$

Selain mencari premi murni asuransi mobil, selanjutnya akan dicari juga variansinya. Di mana

$$Var(S) = E(N) \cdot Var(X) + E(X)^2 \cdot Var(N)$$

$$Var(S) = (0{,}008735) \cdot (2{,}95213408 \cdot 10^{18}) + (816.330.618)^2 \cdot (0{,}1538785\ )$$

$$Var(S) = 2{,}57868911 \cdot 10^{16}$$

Jadi, diperoleh hasil bahwa nilai dari $E(S) = 7130648$ dan nilai dari $Var(S) = 2{,}57868911 \cdot 10^{16}$.

3.6. Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan terhadap data klaim asuransi kendaraan roda empat dengan perlindungan *Comprehensive* pada periode 2020-2022, hal yang ingin dicapai adalah menentukan premi murni berdasarkan data klaim tersebut. Adapun distribusi yang digunakan pada penelitian ini adalah distribusi *Negative Binomial* untuk data banyaknya klaim dengan parameter r dan β. Di mana nilai estimasi parameter yang diperoleh adalah $\hat{r} = 1{,}92572$ dan $\hat{\beta} = 0{,}074375$. Selanjutnya dilakukan uji *Chi-Square* untuk menentukan apakah data tersebut cocok dengan distribusi yang digunakan, dimana diperoleh hasil X^2_{hitung} (0,008735) $\leq X^2_{tabel}$ (3,8415), sehingga dapat dikatakan bahwa data banyaknya klaim dengan nilai estimasi parameter yang didapatkan cocok berdistribusi *Negative Binomial*. Untuk data besaran klaim digunakan distribusi *Lognormal* dengan parameter μ dan σ. Di mana nilai estimasi parameter yang diperoleh adalah $\hat{\mu} = 19{,}77613$ dan $\hat{\sigma} = 1{,}22$. Selanjutnya juga dilakukan pengujian kecocokan model dengan uji *Anderson-Darling* terhadap data besaran klaim, dengan hasilnya diperoleh nilai statistik uji (0,488) < nilai kritis (2,492) dan nilai *P-Value* (0,219) > α (0,05). Sehingga dapat disimpulkan bahwa data besaran klaim berdistribusi *Lognormal*.

Setelah mendapatkan hasil bahwa distribusi yang digunakan cocok dengan data yang tersedia, maka langkah selanjutnya adalah menentukan premi murni dari data. Di mana premi murni dapat dihitung dengan mengalikan nilai ekspektasi dari distribusi *Negative Binomial* dan distribusi *Lognormal*. Adapun nilai ekspektasi dari distribusi *Negative Binomial* adalah $0{,}143226$, sementara untuk distribusi *Lognormal* diperoleh nilai ekspektasinya sebesar Rp. $816.330.618$. Sehingga diperoleh hasil nilai premi murni dari asuransi kendaraan bermotor berdasarkan data klaim yang tersedia adalah sebesar Rp. $7.130.648$. Kemudian dihitung juga nilai variansinya dan diperoleh nilai sebesar $2{,}57868911 \cdot 10^{16}$. Dimana nilai variansi ini menunjukan seberapa besar data menyebar dari nilai rata-ratanya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap data klaim asuransi kendaraan roda empat dengan perlindungan *Comprehensive* pada periode 2020-2022 terkait penentuan premi murni, diperoleh kesimpulan:

1. Data banyaknya klaim mengikuti distribusi *Negative Binomial* dengan parameter r dan β. Sementara untuk data besarnya klaim mengikuti distribusi *Lognormal* dengan parameter μ dan σ.
2. Adapun nilai estimasi parameter dari data banyaknya klaim asuransi yang berdistribusi *Negative Binomial* adalah $\hat{r} = 1{,}92572$ dan $\hat{\beta} = 0{,}074375$. Kemudian untuk nilai estimasi parameter dari data besarnya klaim asuransi yang berdistribusi *Lognormal* adalah $\hat{\mu} = 19{,}77613$ dan $\hat{\sigma} = 1{,}22$.
3. Dengan diperolehnya nilai estimasi parameter untuk setiap distribusi yang digunakan, maka nilai premi murninya Rp. 7.130.648 untuk asuransi kendaraan roda empat dengan jenis perlindungan *Comprehesive*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. S. Kania and A. K. Mutaqin, "Perhitungan Premi Risiko Asuransi Kendaraan Bermotor Berdasarkan Data Frekuensi dan Besar Klaim," *Jurnal Riset Statistika,* vol. 2, no. 2, pp. 111-118, 2022.

[2] I. P. Batubara and R. Syahriza, "Analisis Klaim Asuransi Kendaraan Bermotor Pada PT Asuransi JASINDO Kantor Cabang Medan," *Journal of Social Research,* vol. 1, no. 9, pp. 1026-1031, 2022.

[3] D. Yusuf and A. K. Mutaqin, "Pemodelan Distribusi Pareto untuk Data Besar Klaim Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia," in *Prosiding Statistika*, Bandung, 2021.

[4] B. F. Arianti, Literasi Keuangan (Teori dan Implementasinya), Jawa Tengah: Pena Persada, 2021.

[5] D. A. Utami, A. K. Mutaqin and L. Wachidah, "Penentuan Distribusi Kerugian Agregat Tertanggung Asuransi Kendaraan Bermotor di Indonesia Menggunakan Metode Rekursif Panjer," in *Prosiding Statistika*, Bandung, 2017.

[6] H. Hodawya, "Lifepal," 3 September 2023. [Online]. Available: https://lifepal.co.id/media/apa-itu-asuransi/. [Accessed 27 September 2023].

[7] A. Prabowo and S. I. R. Alfaridzi, "Penentuan Tarif Premi pada Asuransi Kendaraan dengan Besar Klaim Berdistribusi Eksponensial dan Gamma," *Premium Insurance Business Journal,* vol. 10, no. 1, pp. 29-41, 2023.

[8] T. A. J. Putra, D. C. Lesmana and I. G. P. Purnaba, "Penghitungan Premi Asuransi Kendaraan Bermotor Menggunakan Generalized Linear Models dengan Distribusi Tweedie," *JAMBURA JOURNAL OF MATHEMATICS,* vol. 3, no. 2, pp. 115-127, 2021.

[9] S. A. Klugman, H. H. Panjer and G. E. Willmot, Loss Models From Data to Decisions Fifth Edition, New York: John Willey & Sons, 2019.

[10] A. Ika, 23 September 2018. [Online]. Available: https://statistikpenelitian.com/taraf-signifikansi-%CE%B1-makna-penggunaan/. [Accessed 14 9 2023].

[11] M. A. Stephens, The Anderson-Darling Statistic, California: Department of Statistics Stanford, 1979.

[12] T. Yulita and A. R. Effendie, "ESTIMATION OF IBNR AND RBNS RESERVES USING RDC METHOD AND GAMMA GENERALIZED LINEAR MODEL," *Media Statistika,* vol. 15, no. 1, pp. 24-35, 2022.

[13] T. Manurung, "Model Compounds Dalam Menghitung Aggregate Loss," *Jurnal Ilmiah Sains,* vol. 11, no. 1, pp. 87 - 89, 2011.

[14] T. Yulita, C. T. Lubis and A. S. E. Hidayat, "PENENTUAN PREMI MURNI DI KABUPATEN KEPAHIANG PROVINSI BENGKULU DENGAN MEMPERHITUNGKAN PELUANG KEJADIAN GEMPA BUMI DAN RASIO KERUSAKAN BANGUNAN," *Variance: Journal of Statistics and Its Applications,* vol. 5, no. 2, pp. 147-158, 2023.

[15] C. K. Waha, A. J. Rindengan and T. Manurung, "Model Distribusi Data Klaim Asuransi Mobil untuk Menentukan Premi Murni," *d'CartesiaN : Jurnal Matematika dan Aplikasi,* vol. 8, no. 2, pp. 108-113, 2019.