
Penentuan *Rate* Asuransi Kendaraan Bermotor Menggunakan Kredibilitas Bayesian

Rahmila Dapa*, Iut Tri Utami

Program Studi Statistika, Universitas Diponegoro

*Corresponding author: rahmiladapa@gmail.com

Abstract. This paper uses Credibility to determine new rate based on data of historical claim in a motor vehicle insurance in Bandung, Indonesia. Rate is formed based on past loss through experience rating. Credibility is one of the examples of experience rating that considers group historical claims. One of the credibility methods is Bayesian credibility that considers rate as a random variable. Bayesian credibility is used based on claim frequency and claim severity from a group of policy holders in order to create new rates. In this paper, claim frequency followed the Poisson distribution while claim severity followed the Lognormal distribution. Result of analysis showed that rate values based on claim frequency and severity are higher than the rate values that were used back in 2010.

Keywords: bayesian credibility; rate; claim frequency; claim severity

1. PENDAHULUAN

Penentuan harga premi dasar (*rate*) dalam asuransi kendaraan bermotor dilakukan dengan membangun struktur tarif atau *ratemaking*. Hal pertama yang dipertimbangkan oleh Perusahaan asuransi atau penanggung adalah memastikan premi cukup besar untuk menutup kerugian yang dapat terjadi [1]. Untuk mengatasi hal tersebut dalam proses *ratemaking*, *rate* yang dihasilkan diharapkan tersebar dengan adil kepada tertanggung [2].

Dalam mencapai *rate* yang adil, dilakukan klasifikasi risiko (*risk classification*). Terdapat dua tipe variabel klasifikasi risiko dalam *ratemaking* yaitu *a priori* dan *a posteriori* [2]. *A priori* apabila nilai variabel klasifikasi dapat ditentukan dari pengamatan terhadap seorang pemegang polis baru misalnya jenis kelamin, pekerjaan, jenis kendaraan dan lain-lain. *Ratemaking a priori* tidak mencakup semua faktor penting seperti keagresifan pengemudi data menyetir. Akibatnya, tarif untuk sistem *a priori* tidak akan pernah homogen sepenuhnya [2].

Sehubungan dengan hal itu, maka *a posteriori* atau sistem *experience rating* diperlukan untuk re-evaluasi premi dengan mempertimbangkan klaim tertanggung di masa lalu yang sudah tersedia. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar bahwa sejarah pengajuan klaim di masa lalu merupakan prediktor terbaik untuk memprediksi jumlah klaim di masa yang akan datang.

Sistem kredibilitas adalah contoh sistem *experience rating* yang mempertimbangkan histori klaim yang muncul per risiko per kelompok. Metode ini dibutuhkan ketika data dari sekelompok kontrak sedikit dan tidak cukup untuk menghasilkan estimasi premi risiko yang *reliable* [3]. Oleh

karena data yang didapatkan peneliti terbatas yaitu data historis klaim asuransi kendaraan bermotor dari tahun 2011-2013 di sebuah perusahaan asuransi di Bandung, maka *experience rating* akan dilakukan melibatkan kredibilitas. Untuk menjaga kerahasiaan data, maka perusahaan asuransi tersebut diberi nama PT ABC di penelitian ini.

Rate merupakan variabel acak karena ditentukan berdasarkan histori klaim di masa lalu sehingga memiliki nilai yang berubah. Diketahui nilai *rate* yang berlaku sebelumnya dan dapat dijadikan sebagai prior (penilaian awal). Selain itu, terdapat data observasi berupa data histori klaim sehingga kredibilitas yang cocok digunakan untuk penentuan nilai *rate* adalah kredibilitas Bayesian karena *rate* yang dihasilkan merupakan modifikasi dari prior berdasarkan data observasi [4].

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka akan ditentukan besar *rate* kelompok pada tarif dengan melibatkan kredibilitas Bayesian pada asuransi kendaraan bermotor jenis roda empat di PT ABC.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Asuransi Kendaraan Bermotor

Asuransi kendaraan bermotor merupakan perlindungan atas kerugian atau berkurangnya nilai secara finansial dan kecelakaan pada kendaraan bermotor yang disebabkan oleh tertabrak, terjatuh, perbuatan jahat, kebakaran dan lain-lain. Terdapat dua jenis pertanggungan asuransi kendaraan bermotor yaitu Komprehensif (*All Risk*) dan *Total Loss Only* (TLO) [5].

2.2. Kredibilitas

Kredibilitas dalam ilmu aktuaria adalah pembobotan yang diberikan pada suatu data dibandingkan pembobotan yang diberikan kepada data lainnya. Pada asuransi, kerugian yang mengakibatkan klaim bersifat acak. Melalui teori kredibilitas, dapat diestimasi keacakan yang terdapat di dalam data dan kemudian mengestimasi bobot yang diberikan kepada data tersebut. Menurut Sari et al.[6], terdapat tiga pendekatan kredibilitas yaitu:

- a. Pendekatan Fluktuasi Terbatas
- b. Pendekatan Keakuratan Terbesar
- c. Pendekatan Bayesian

2.3. Pendekatan Fluktuasi Terbatas

Menurut pendekatan ini, *rate* kelompok dapat ditentukan berdasarkan data historis klaim hanya apabila data sebelumnya signifikan dan cukup stabil untuk dikatakan kredibel. Data historis klaim diberi bobot yang disebut sebagai faktor kredibilitas, dinotasikan sebagai Z dan bernilai antara 0 dan 1. Berikut adalah persamaan dasar dalam kredibilitas fluktuasi terbatas untuk mencari *rate* berdasarkan frekuensi klaim [7]:

$$\text{Rate kelompok} = Z \times \text{rate hasil observasi} + (1 - Z)\text{rate yang berlaku}$$

Z merupakan faktor kredibilitas. Meskipun pendekatan fluktuasi terbatas sering digunakan dan tidak melibatkan komputasi yang rumit, pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan yaitu mengasumsikan tidak ada variasi dalam besarnya kerugian/tingkat severitas konstan [8]. Di PT ABC, besar klaim yang diajukan pemegang polis tiap tahunnya berubah atau dengan kata lain terdapat variasi dalam besarnya kerugian sehingga pendekatan ini tidak digunakan di penelitian ini.

2.4. Pendekatan Keakuratan Terbesar

Tujuan dari metode ini adalah meminimumkan akar kuadrat eror antara nilai estimasi dengan nilai ekspektasi sebenarnya dari kuantitas yang diestimasi. Faktor kredibilitas Sebagian besar merefleksikan derajat keheterogenan dari suatu portfolio dan bukanlah derajat stabilitas dari data historis risiko sekelompok tertanggung, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z = \frac{N}{N + K}$$

dengan N adalah jumlah observasi dan K adalah rasio antara nilai ekspektasi dari varians proses dan varians rata-rata dari hipotesis. Pendekatan ini digunakan dengan mengasumsikan parameter dari distribusi total klaim tidak berubah seiring waktu [9]. Oleh karena itu, pendekatan ini tidak digunakan karena tidak terpenuhi asumsi bahwa parameter risiko tidak berubah seiring waktu.

2.5. Pendekatan Bayesian

Pendekatan Bayesian menggunakan pendekatan yang berbeda dari pendekatan klasik inferensi statistika, yaitu menganggap parameter sebagai variabel acak dan memiliki distribusi peluang [4]. Misalkan $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ adalah sampel acak dari populasi yang memiliki fungsi densitas $f(x|\theta)$ dan ingin diestimasi parameter θ . Informasi prior mengenai θ sebelum adanya data adalah distribusi prior $f_\theta(\theta)$ yang merupakan suatu fungsi densitas peluang. Informasi mengenai θ dari sampel $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ terdapat dalam fungsi likelihood $f(x|\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i|\theta)$. Teorema Bayes menggabungkan informasi ini sehingga terbentuk:

$$f_\theta(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)f(\theta)}{\int_{\theta} f(x|\theta)f(\theta)d\theta}, \quad (2.1)$$

yang merupakan distribusi posterior $f_\theta(\theta|x)$.

Teorema ini dapat diaplikasikan untuk memperbaharui premi dan *rate* dari frekuensi/besar klaim pada Perusahaan asuransi berdasarkan data historis frekuensi/besar klaim dan eksposur. Pendekatan ini dapat digunakan walaupun data historis yang dimiliki penulis terbatas. Data historis yang kecil bisa saja diberi kredibilitas tinggi karena tidak memiliki data lainnya yang lebih akurat.

Kredibilitas Bayesian adalah prosedur untuk mengoptimasi keakuratan indikasi *rate* (frekuensi/besar klaim) yang dibenarkan secara statistis karena menganggap *rate* sebagai variabel acak yang dapat dicari distribusinya.

3. Menentukan Rate Menggunakan Kredibilitas Bayesian

3.1. Objek Penelitian

Pada asuransi kendaraan bermotor di PT ABC, terdapat dua jenis asuransi yaitu jaminan *Total Loss Only* (TLO) dan *Komprehensif*. Kelompok pemegang polis dibedakan berdasarkan jenis asuransi/jaminan dan nilai pertanggungan. Masing-masing kelompok pemegang polis memiliki *rate* tersendiri. Penelitian ini akan membandingkan *rate* kelompok yang berlaku semenjak tahun 2010 di PT ABC dengan *rate* hasil perhitungan dengan kredibilitas Bayesian.

3.2. Distribusi Frekuensi Klaim

Dalam menentukan *rate* suatu kelompok menggunakan kredibilitas Bayesian, diperlukan likelihood dari distribusi frekuensi klaim dan distribusi prior *rate* untuk didapatkan distribusi posterior *rate* berdasarkan frekuensi klaim. Pada penelitian ini, distribusi frekuensi klaim

diasumsikan mengikuti distribusi Poisson karena bersifat diskrit dan peluang seseorang mengajukan klaim pada suatu periode waktu sangat kecil.

Suatu kelompok yang mengandung N polis, distribusi frekuensi klaim Y adalah Poisson dengan nilai parameter Nr dan dapat ditulis sebagai berikut:

$$f(Y = y|R = r) = \frac{(Nr)^y e^{-(Nr)}}{y!}; y > 0, \quad (3.1)$$

dengan R merupakan *rate* frekuensi klaim. Uji chi-kuadrat digunakan untuk pengujian kecocokan distribusi.

3.3. Distribusi *Rate* Frekuensi Klaim

Menurut Hossack et al. [3], distribusi yang dapat menggambarkan ketidakpastian estimasi *rate* dengan baik adalah distribusi gamma. Selain itu, menurut teori prior konjugasi, apabila frekuensi klaim berdistribusi Poisson, maka distribusi prior *rate* yang cocok mengikuti distribusi gamma. Distribusi ini bernilai positif dengan rentang dari nol sampai tak hingga dan bersifat kontinu dengan fungsi densitas sebagai berikut:

$$f(R = r) = \frac{\beta}{\Gamma(\alpha)} e^{-Nr\beta} (Nr)^{\alpha-1}; \alpha, \beta > 0 \quad (3.2)$$

R merupakan *rate* frekuensi klaim dan α serta β merupakan parameter distribusi gamma. Persamaan (3.2) digunakan sebagai distribusi prior *rate* frekuensi klaim. Berdasarkan Hossack et al.[3], mean dan varians dari distribusi prior *rate* frekuensi klaim adalah sebagai berikut:

$$mean = \frac{\alpha}{\beta} = rate\ lama; \quad (3.3)$$

$$varians = \frac{\alpha}{\beta^2} = \left(\frac{1}{2} \times 0,1 \times rate\ lama\right)^2; \quad (3.4)$$

Dengan nilai 0,1 merupakan penilaian subjektif dari manajemen PT ABC mengenai rentang dari *rate* lama. Nilai β dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\beta = \frac{mean}{varians}. \quad (3.5)$$

Selanjutnya, nilai α dapat ditentukan dengan substitusi nilai β ke persamaan (3.3).

3.4. Formula Kredibilitas dengan Pendekatan Bayesian untuk *Rate* Frekuensi Klaim

Dari data historis klaim kelompok, didapatkan frekuensi klaim sebesar Y pada polis sebanyak N . Pembaharuan dilakukan pada distribusi prior R , dari persamaan (3.2), dengan data historis klaim sehingga didapatkan $f(Y = y|R = r)$ sebagai fungsi distribusi posterior. Hal ini dapat dilakukan dengan teorema Bayes dengan distribusi prior *rate* Persamaan (3.2) sebagai berikut:

$$f(R = r|Y = y) = \frac{f(R = r)f(Y = y|R = r)}{\int_{r=0}^{\infty} f(R = r)f(Y = y|R = r)dr}. \quad (3.6)$$

Substitusi Persamaan (3.1) dan (3.2) serta penyederhanaan didapatkan:

$$f(R = r|Y = y) = \frac{B}{\Gamma(A)} e^{-NrB} (Nr)^{A-1}, \quad (3.7)$$

dengan

$$A = \alpha + y; \quad (3.8)$$

$$B = \beta + N. \quad (3.9)$$

Melalui pendekatan Bayes, terlihat bahwa informasi historis klaim berguna untuk menaikkan parameter α dengan y dan parameter β dengan N . Estimasi untuk *rate* frekuensi klaim R berubah dari α/β ke $\alpha + y/\beta + N$ yang merupakan rata-rata dari distribusi gamma (3.7) dan dapat ditulis ke dalam bentuk baru:

$$R_f = (1 - Z) \left(\frac{\alpha}{\beta} \right) + Z \left(\frac{y}{N} \right), \quad (3.10)$$

dengan faktor kredibilitas diambil dari [10] sebagai berikut:

$$Z = \frac{N}{(\beta + N)}, \quad (3.11)$$

dengan Y adalah jumlah klaim kelompok dalam setahun dan N adalah jumlah polis atau tertanggung dalam satu kelompok dalam setahun.

Dari persamaan (3.10), terlihat bahwa nilai Z mempengaruhi pembobotan peranan data histori klaim pada *rate* baru. Apabila nilai Z tinggi, maka data histori klaim memiliki peranan yang besar untuk penentuan nilai *rate* baru dan sebaliknya.

3.5. Distribusi Besar Klaim

Menurut Ahmad et al. [11], distribusi besar klaim yang biasa digunakan adalah distribusi Burr, Gamma, Lognormal, Pareto dan Weibull. Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa distribusi besar klaim mengikuti Lognormal. Distribusi besar klaim X adalah Lognormal dengan parameter μ, σ' dan dapat ditulis sebagai berikut:

$$f(X = x|R = r) = \frac{1}{x\sigma'\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln(x)-\mu)^2/2\sigma'^2} \quad (3.12)$$

dengan $x \geq 0, -\infty < \mu < \infty, \hat{\sigma}' > 0$. Dengan menggunakan metode maximum likelihood estimation (MLE), didapatkan nilai taksiran μ yaitu \bar{x} serta taksiran σ' yaitu $\hat{\sigma}$ sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^Y \ln(x_i)}{Y}; \quad (3.13)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^Y (\ln(x_i) - \bar{x})^2}{Y}, \quad (3.14)$$

dengan Y adalah jumlah klaim kelompok dalam setahun.

3.6. Distribusi Rate Besar Klaim

Berdasarkan teori distribusi prior konjugasi, apabila besar klaim berdistribusi Lognormal, maka distribusi prior *rate* yang cocok mengikuti distribusi normal dengan fungsi densitas sebagai berikut:

$$f(R = r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(r-\mu)^2/2\sigma^2}; -\infty < r < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0 \quad (3.15)$$

dengan R merupakan *rate* besar klaim dan μ serta σ merupakan parameter distribusi normal dimana μ bernilai sama dengan *rate* lama kelompok.

3.7. Formula Kredibilitas dengan Pendekatan Bayesian untuk Rate Besar Klaim

Dari data historis klaim kelompok, didapatkan besar klaim X dari N polis. Pembaharuan dilakukan pada distribusi prior R , dari persamaan (3.15), dengan data historis klaim sehingga didapatkan nilai $f(R = r|X = x)$ sebagai distribusi posterior. Hal ini dapat dilakukan dengan teorema Bayes dengan distribusi prior *rate* Persamaan (3.15) sebagai berikut:

$$f(R = r|X = x) = \frac{f(R = r)f(X = x|R = r)}{\int_{r=0}^{\infty} f(R = r)f(X = x|R = r)dr} \tag{3.16}$$

dengan substitusi Persamaan (3.15) dan (3.12) serta penyederhanaan didapatkan:

$$f(R = r|X = x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(r-\mu)^2/2\sigma^2} \tag{3.17}$$

dengan teorema bayes, didapatkan fungsi densitas posterior R yang dapat digambarkan sebagai berikut:

$$f(R = r|X = x) \propto f(X = x|R = r)f(R = r)$$

atau

$$posterior \propto likelihood \cdot prior$$

sehingga didapatkan bentuk *mean* dan varians sebagai berikut:

$$E(R = r|X = x) = \mu = \frac{\hat{\mu}\hat{\sigma}'^2 + \hat{\sigma}^2 N\bar{x}}{\hat{\sigma}'^2 + N\hat{\sigma}^2}; \tag{3.18}$$

$$\sigma^2 = \frac{\hat{\sigma}'^2\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}'^2 + N\hat{\sigma}^2} \tag{3.19}$$

Dengan pendekatan Bayes, terlihat bahwa estimasi terbaik untuk *rate* besar klaim R berubah dari $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ ke persamaan (3.18) yang merupakan rata-rata dari distribusi normal (3.17) yang dapat ditulis ke dalam bentuk baru

$$R_b = (1 - Z)\hat{\mu} + Z\bar{x}, \tag{3.20}$$

dengan \bar{x} merupakan rata-rata besar klaim dan faktor kredibilitas yang diambil dari Herzog [7]:

$$Z = \frac{N\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}'^2 + N\hat{\sigma}^2} = \frac{N}{N + \left(\frac{\hat{\sigma}'^2}{\hat{\sigma}^2}\right)}, \tag{3.21}$$

dengan σ^2 merupakan varians dari *rate* besar klaim, $\hat{\sigma}'^2$ merupakan varians dari besar klaim kelompok dan N merupakan jumlah premi dari tertanggung dalam satu kelompok dalam setahun.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah sampel dari 361 pemegang polis beserta besar klaimnya untuk jenis mobil kendaraan pribadi roda empat di Perusahaan PT ABC cabang Bandung pada tahun 2011-2013. Berikut disajikan jumlah pemegang polis yang mengajukan klaim dari masing-masing kelompok pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jumlah Pemegang Polis yang Mengajukan Klaim di PT ABC

Nilai Pertanggung	TLO	Komprehensif
Rp 0 s/d Rp 150juta	0	177
Rp 151juta s/d Rp300juta	3	136
Rp 301juta s/d Rp 500juta	0	38
Rp 501juta s/d Rp 800juta	0	6
> Rp 800juta	0	1

Tabel 1 menunjukkan beberapa kelompok yang tidak memiliki histori klaim atau memiliki nilai 0 klaim, sehingga penentuan *rate* tidak dapat dilakukan pada kelompok tersebut.

4.1. Pengujian Distribusi Frekuensi Klaim

Dilakukan uji kecocokan distribusi frekuensi klaim tiap kelompok mengikuti distribusi Poisson menggunakan uji Chi-Kuadrat dengan hipotesis:

H_0 : Data Frekuensi Klaim berdistribusi Poisson (λ)

H_1 : Data Frekuensi Klaim tidak berdistribusi Poisson (λ)

Digunakan statistik uji Chi-Kuadrat sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i} \tag{4.1}$$

dengan O_i adalah frekuensi observasi ke- i dan E_i adalah frekuensi harapan ke- i .

Didapatkan perhitungan Statistik Uji (χ^2) pada tiap kelompok dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Statistik Uji Frekuensi Klaim Kelompok

Kelompok	Statistik Uji (χ^2)	χ^2_{Tabel}
Komprehensif (0-150juta)	4,0107	13,2767
Komprehensif (151-300juta)	1,4344	13,2767
Komprehensif (301-500juta)	5,6090	13,2767
Komprehensif (501-800juta)	0,1402	9,2103
Komprehensif (>800juta)	1,6156	11,3448
TLO (151-300juta)	46,6494	6,6349

Tabel 2 menunjukkan bahwa semua kelompok kecuali TLO (151-300juta) memiliki nilai Statistik Uji (χ^2) yang lebih kecil dari χ^2_{Tabel} yang memenuhi kriteria penerimaan hipotesis nol. Dengan kata lain, frekuensi klaim semua kelompok kecuali TLO (151-300juta) mengikuti distribusi Poisson.

4.2. Penentuan Rate Kelompok Berdasarkan Frekuensi Klaim

Langkah pertama yang dilakukan adalah estimasi α dan β yang didapatkan melalui persamaan (3.3) dan (3.4) menggunakan *rate* kelompok lama asuransi PT ABC. Didapatkan semua nilai estimasi α dan β pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Nilai α dan β

Kelompok	Mean=Rate Lama	Varians	β	α
Komprehensif (0-150juta)	0,0258	1,66E-06	15503,88	400
Komprehensif (151-300juta)	0,0182	8,28E-07	21978,02	400
Komprehensif (301-500juta)	0,0162	6,56E-07	24691,36	400
Komprehensif (501-800juta)	0,0116	3,36E-07	34482,76	400
Komprehensif (>800juta)	0,01	2,5E-07	40000	400
TLO (151-300juta)	0,0056	7,84E-08	71428,57	400

Setelah didapatkan nilai α dan β , Langkah selanjutnya adalah penentuan faktor kredibilitas (Z) dan *rate* frekuensi klaim (R_f). Misalkan untuk kelompok Komprehensif (0-150juta) terdapat 177 klaim dan 351 pemegang polis (N). Faktor kredibilitas (Z) didapatkan menggunakan persamaan (3.11) sebagai berikut:

$$Z = \frac{351}{15503,88 + 351} = 0,0221$$

Sementara itu, *rate* frekuensi klaim (R_f) untuk kelompok ini menggunakan persamaan (3.10) sebagai berikut:

$$R_f = (1 - 0,0221) \left(\frac{400}{15503,88} \right) + (0,0221) \left(\frac{177}{351} \right) = 0,0364.$$

Perhitungan ini dilanjutkan ke kelompok lainnya sehingga didapatkan semua nilai pada Tabel 4.

Tabel 4. *Rate* Frekuensi Klaim Kelompok Komprehensif PT ABC

Kelompok	Y	N	Z	R_f
Komprehensif (0-150juta)	177	351	0,0221	0,0364
Komprehensif (151-300juta)	136	278	0,0125	0,0240
Komprehensif (301-500juta)	38	68	0,0027	0,0177
Komprehensif (501-800juta)	6	19	0,0006	0,0177
Komprehensif (>800juta)	1	4	0,0001	0,0100
TLO (151-300juta)	3	14	0,00019	0,0056

Tabel 4 memberikan hasil dari perhitungan penentuan *rate* frekuensi klaim baru menggunakan kredibilitas Bayesian. Misalkan suatu pemegang polis baru dengan harga mobil sebesar 100 juta ingin mengikuti asuransi kendaraan Komprehensif di PT ABC, maka premi kotor yang dapat diajukan sebesar $0,0364 \times 100juta$ yaitu Rp. 3.640.000/tahun.

4.3. Pengujian Distribusi Besar Klaim

Pengujian kecocokan distribusi besar klaim tiap kelompok mengikuti distribusi Lognormal atau tidak menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis:

H_0 : Data Besar Klaim berdistribusi Lognormal (μ, σ^2)

H_1 : Data Besar Klaim tidak berdistribusi Lognormal (μ, σ^2)

Dengan statistik uji:

$$D = \max |F(x) - F_0(x)|$$

$F(x)$ adalah fungsi distribusi empiris dan $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi teoritis dengan taraf nyata $\alpha = 0,01$, diperoleh nilai p-value tiap kelas pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Statistik Uji dan P-value Kelompok Pemegang Polis

Kelompok	Statistik Uji	P-value
TLO (151-300juta)	0,22014	0,82083
Komprehensif (0-150juta)	0,09836	0,02304
Komprehensif (151-300juta)	0,10732	0,02120
Komprehensif (301-500juta)	0,14392	0,17812
Komprehensif (501-800juta)	0,18559	0,93495

Tabel 5 menunjukkan bahwa semua kelompok memiliki nilai p-value yang lebih besar dari $\alpha = 0,01$ yang memenuhi kriteria penerimaan hipotesis nol atau besar klaim semua kelompok mengikuti distribusi Lognormal.

4.4. Penentuan *Rate* Kelompok Berdasarkan Besar Klaim

Langkah pertama yang dilakukan adalah menaksir mean dan varians dari data besar klaim. Dengan mengacu ke penaksiran parameter distribusi Lognormal melalui MLE didapat persamaan:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i)$$

$$\hat{\sigma}'^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \mu)^2$$

Misalkan untuk kelompok TLO (151-300juta) didapatkan mean data besar klaim sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \frac{\ln(8400) + \ln(10404878) + \dots + \ln(5000000)}{7} = 15,56$$

Kemudian varians dari besar klaimnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}'^2 = \frac{(15,94 - 15,56) + (16,16 - 15,56) + \dots + (15,42 - 15,56)}{7 - 1} = 0,125$$

Perhitungan ini dilanjutkan ke kelompok lain sehingga didapatkan semua nilai yang ada pada Tabel 6.

Tabel 6. Estimasi Mean dan Varians Data Klaim

Kelompok	Mean	Varians
TLO (151-300juta)	15,560	0,125
Komprehensif (0-150juta)	15,530	0,323
Komprehensif (151-300juta)	15,346	0,648
Komprehensif (301-500juta)	15,387	0,720
Komprehensif (501-800juta)	15,815	1,175

Langkah selanjutnya adalah penentuan faktor kredibilitas (Z) dan *rate* frekuensi klaim (R_b). Misalnya untuk kelompok TLO (151-300juta) didapatkan faktor kredibilitas Z bernilai 0,000008792 yang didapatkan melalui persamaan (2.22) sebagai berikut:

$$Z = \frac{14}{14 + \left(\frac{0,125}{7,84e - 8}\right)} = 0,000008792$$

dengan nilai varians *rate* 7,84e-8 diambil dari Tabel 3. Sementara itu, *rate* besar klaim R_b untuk kelompok TLO (151-300juta) bernilai 0,0057. Nilai ini didapatkan melalui persamaan (3.20) sebagai berikut:

$$R_b = (1 - 0,000008792)(0,0056) + (0,000008792)(15,56) = 0,0057$$

Perhitungan ini dilanjutkan ke kelompok lainnya sehingga didapatkan semua nilai pada Tabel 7.

Tabel 7. Rate Besar Klaim Kelompok PT ABC

Kelompok	Z	R_b
TLO (151-300juta)	0,000008792	0,0057
Komprehensif (0-150juta)	0,00035	0,0537
Komprehensif (151-300juta)	0,00025	0,0236
Komprehensif (301-500juta)	6,196e-5	0,0171
Komprehensif (501-800juta)	5,435e-6	0,0116

Tabel 7 memberikan hasil dari perhitungan penentuan *rate* besar klaim baru menggunakan kredibilitas Bayesian. Misalkan suatu pemegang polis baru dengan harga mobil sebesar 125 juta ingin mengikuti asuransi kendaraan TLO di PT ABC, maka premi yang dikenakan adalah sebesar $0,0057 \times 125$ juta yaitu Rp 712.500/tahun.

4.5. Perbandingan Rate Frekuensi Klaim dan Rate Besar Klaim

Tabel 8. Perbandingan Rate Frekuensi Klaim, Besar Klaim dan PT ABC

Kelompok	Rate Frekuensi Klaim	Rate Besar Klaim	Rate PT ABC
Komprehensif (0-150juta)	0,0364	0,0537	0,0258
Komprehensif (151-300juta)	0,0240	0,0236	0,0182
Komprehensif (301-500juta)	0,0177	0,0171	0,0162
Komprehensif (501-800juta)	0,0177	0,0116	0,0116
Komprehensif (>800juta)	0,0100	-	0,01
TLO (151-300juta)	0,0056	0,0057	0,0056

Dari Tabel 8, terlihat bahwa nilai *rate* hasil penelitian ini lebih besar daripada nilai *rate* yang berlaku pada tahun 2010 di PT ABC. Hal ini disebabkan oleh adanya penggabungan unsur *rate* PT ABC tahun 2010 dengan frekuensi atau besar klaim yang diajukan pemegang polis PT ABC selama tahun 2011-2013. Selain itu, semua nilai *rate* hasil penelitian ini berada dalam batas ketentuan OJK kecuali untuk *rate* besar klaim pada kelompok Komprehensif (0-150juta).

Misalkan suatu pemegang polis baru dengan harga mobil sebesar 100juta ingin mengikuti asuransi kendaraan komprehensif di PT ABC maka premi yang dikenakan menggunakan ketiga jenis *rate* pada Tabel 9.

Tabel 9. Contoh Premi Ketiga Jenis Rate

Jenis Rate	Rate	Premi
Rate Frekuensi Klaim	0,0364	Rp 3.640.000/tahun
Rate Besar Klaim	0,0537	Rp 5.370.000/tahun
Rate PT ABC	0,0258	Rp 2.580.000/tahun

5. KESIMPULAN

Pada penggunaan kredibilitas Bayesian didapatkan nilai *rate* baru kelompok yang didasarkan kepada data historis klaim yaitu frekuensi klaim dan besar klaim yang diajukan pemegang polis pada setiap kelompok. Hal ini tentunya bisa dijadikan pertimbangan PT ABC dalam mengevaluasi *rate* untuk dapat menutupi kerugian di masa yang akan datang dengan lebih baik. Hal ini dikarenakan *rate* baru didapatkan untuk kelompok yang memiliki data historis pengajuan klaim, sedangkan untuk kelompok yang tidak memiliki data historis pengajuan klaim, tidak dapat ditentukan *rate* baru. Distribusi Poisson cocok digunakan untuk data frekuensi klaim dan Distribusi Lognormal cocok digunakan untuk data besar klaim di data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Parodi, Pricing in general insurance, CRC Press, 2014.
 [2] A. K. and E. Valdez, "Statistical concepts of a priori and a posteriori risk classification in insurance," *AStA Advances in Statistical Analysis*, vol. 96, pp. 187-224, 2012.
 [3] I. Hossack, J. Pollard and B. Zehnwirth, Introductory statistics with applications in general insurance, Cambridge University Press, 1999.
 [4] J. Zahi, "Non-life insurance *ratemaking* techniques," *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, vol. 2, no. 1, pp. 344-361, 2021.

- [5] M. Rahmah and A. Mutaqin , "Penerapan Metode Limited-Fluctuation Credibility dalam Menentukan Premi Murni pada Asuransi Kendaraan Bermotor di PT XYZ," *Indonesian Journal of Applied Statistics*, vol. 4, no. 2, pp. 126-139, 2021.
- [6] T. N. Sari, M. Rasmiaty and D. Anggraini , Asuransi dan Literasi Keuangan, Surakarta (Solo): Penerbit Tahta Media, 2023.
- [7] W. Lynch, J. Nottage, J. Brigham and J. Gao, "Credibility Theory," Worcester Polytechnic Institute, Worcester, 2014.
- [8] T. Herzog, Introduction to credibility theory, Actex Publications, 1999.
- [9] I. Slamet and K. Natalia, "Kredibilitas dengan Pendekatan Bühlmann," *Seminar Nasional MIPA*, pp. 63-74, 2007.
- [10] K. Tanaka and E. Grechnikov, " On an Application of Bayesian Estimation," 2012.
- [11] Z. Ahmad, E. Mahmoudi and G. Hamedani, " A class of claim distributions: properties, characterizations and applications to insurance claim data," *Communications in Statistics-Theory and Methods*, vol. 51, no. 7, pp. 2183-2208, 2022.