



## Simulasi Ruin Probability Perusahaan Asuransi dengan Analisis Sensitivitas Premi, Jumlah Pelanggan dan Frekuensi Klaim

Asriani Arsita Asni<sup>1\*</sup>, Nur Akifah<sup>2</sup>, Hernita<sup>3</sup>, Ulva Mega Puspita<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Program Studi Sains Aktuaria, Universitas Muhammadiyah Kolaka Utara, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: arsitaasni@umkota.ac.id

**Abstract.** Insurance plays a crucial role in maintaining financial stability for individuals, companies, and the economy. However, simultaneous claims can increase the risk of insurer bankruptcy. This study analyzes the probability of insurance company bankruptcy through a simulation based on the classical surplus model. The surplus is modeled as a function of initial capital, premium income, and claims, where claim numbers follow a Poisson distribution and claim sizes follow an Exponential distribution. Simulations were conducted in Python with parameters including initial capital of IDR 10 billion, daily premiums of IDR 3,000–IDR 4,000, customers ranging from 180,000 to 219,981, daily claim frequency ( $\lambda$ ) of 2,128–2,500, a one-year observation period, and 500 iterations per scenario. Results show that premiums below IDR 3,600 lead to bankruptcy with an average survival time of less than 250 days. Conversely, premiums of IDR 3,600 or higher allow survival throughout the observation period. Sensitivity analysis indicates that customer numbers and claim frequency strongly affect financial stability. Under declining customers or increasing claims, IDR 3,600 is no longer sufficient. Therefore, optimal premium determination should account for realistic operational variations to ensure insurance company sustainability.

**Keywords:** bankruptcy probability; insurance premium; sensitivity analysis; surplus model; simulation

**Abstrak.** Asuransi berperan penting dalam menjaga stabilitas keuangan individu, perusahaan, dan perekonomian. Namun, banyaknya klaim yang terjadi secara bersamaan dapat meningkatkan risiko kebangkrutan perusahaan asuransi. Penelitian ini menganalisis probabilitas kebangkrutan perusahaan asuransi melalui simulasi model surplus klasik. Surplus dimodelkan sebagai fungsi dari modal awal, pendapatan premi, dan klaim, di mana jumlah klaim mengikuti distribusi Poisson dan ukuran klaim mengikuti distribusi Eksponensial. Simulasi dilakukan dengan Python menggunakan parameter: modal awal Rp10 miliar, variasi premi harian Rp3.000–Rp4.000, jumlah pelanggan 180.000–219.981, frekuensi klaim harian ( $\lambda$ ) 2.128–2.500, periode observasi satu tahun, dan 500 iterasi per skenario. Hasil menunjukkan bahwa premi di bawah Rp3.600 menyebabkan kebangkrutan dengan rata-rata waktu bertahan kurang dari 250 hari. Sebaliknya, premi Rp3.600 atau lebih memungkinkan perusahaan bertahan sepanjang periode. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa jumlah pelanggan dan frekuensi klaim sangat memengaruhi stabilitas keuangan. Dalam kondisi penurunan pelanggan atau peningkatan klaim, premi Rp3.600 tidak lagi cukup. Karena itu, penetapan premi optimal perlu mempertimbangkan variasi operasional yang realistik untuk menjamin keberlanjutan perusahaan.

**Kata kunci:** analisis sensitivitas; model surplus; premi asuransi; probabilitas kebangkrutan; simulasi

### 1. LATAR BELAKANG

Dalam perekonomian modern, manajemen risiko memainkan peran krusial dalam menjaga stabilitas keuangan. Integrasi strategi tradisional dan modern, termasuk kerangka kerja standar, inovasi teknologi, dan aspek keberlanjutan (ESG), merupakan kunci untuk mengatasi berbagai risiko keuangan (Burnecki et al., 2021). Salah satu instrumen utama dalam manajemen risiko adalah asuransi, yang memberikan

perlindungan finansial bagi individu, bisnis, dan masyarakat dari kerugian tak terduga. Asuransi memungkinkan kegiatan ekonomi tetap berjalan meskipun terdapat risiko gagal bayar atau wanprestasi (Utama, 2024). Di Indonesia, perkembangan industri asuransi juga sejalan dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya perlindungan terhadap berbagai risiko yang dapat terjadi kapan saja (Saefullah et al., 2025).

Selain memberikan perlindungan, asuransi juga berkontribusi terhadap stabilitas makroekonomi. Stabilitas keuangan perusahaan asuransi mendorong arus investasi dan mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan. Dengan pengelolaan keuangan yang baik, sektor asuransi memperkuat kepercayaan investor dan mendukung pertumbuhan ekonomi nasional (Shirin, 2024). Secara internal, keseimbangan keuangan perusahaan ditentukan oleh mekanisme premi sebagai sumber pendapatan dan klaim sebagai liabilitas. Data menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan penerimaan premi bruto selama sepuluh tahun, dari tahun 2013 hingga 2022, mencapai 12,80% (Heri Sasono & Paidi WS, 2024). Tren positif ini menggarisbawahi pentingnya menjaga pertumbuhan premi yang stabil agar perusahaan asuransi dapat menjaga keseimbangan antara pendapatan dan liabilitas klaim. Namun, tantangan muncul ketika perusahaan menghadapi klaim yang besar atau massal, seperti selama pandemi Covid-19, yang dapat mengancam solvabilitas dan cadangan kas (Richter & Wilson, 2020).

Dalam ilmu aktuaria, stabilitas perusahaan asuransi sering dijelaskan melalui teori kebangkrutan, yang menggunakan surplus sebagai indikator utama kesehatan keuangan. Kebangkrutan terjadi ketika surplus nol atau negatif, yang berarti perusahaan tidak lagi mampu menutupi liabilitas klaim (Zhang et al., 2020). Meskipun demikian, penelitian terbaru menunjukkan adanya pengembangan model kebangkrutan yang lebih relistik dibandingkan model klasik Cramer-Lundberg. Misalnya, pada Parisian ruin atau Omega models, perusahaan tidak langsung dianggap bangkrut ketika surplus negatif, tetapi kebangkrutan ditentukan berdasarkan lamanya surplus berada di bawah ambang batas tertentu atau berdasarkan probabilitas bertahan dalam kondisi tersebut (Aurzada & Buck, 2020). Perkembangan ini menegaskan bahwa baik dalam model klasik maupun modifikasi, probabilitas kebangkrutan tetap sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara premi, surplus awal, dan frekuensi klaim.

Penelitian tentang penerapan model probabilitas kebangkrutan telah dilakukan sebelumnya. Salah satu studi tersebut adalah penelitian oleh (Lianingsih et al., 2024), yang mengkaji penerapan model probabilitas kebangkrutan pada perusahaan asuransi jiwa di Indonesia menggunakan metode analitis dan simulasi Monte Carlo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan surplus awal dan premi mengurangi risiko kebangkrutan, sementara frekuensi klaim yang tinggi meningkatkannya. Lebih lanjut, distribusi gamma terbukti lebih tepat daripada distribusi eksponensial dalam menggambarkan data klaim asuransi jiwa.

Selain itu, penelitian serupa telah dilakukan secara internasional. (Burnecki et al., 2021) mengkaji probabilitas kebangkrutan dalam model perusahaan asuransi-reasuransi dengan distribusi klaim eksponensial. Studi ini mengembangkan rumus analitis untuk menghitung probabilitas kebangkrutan bersama selama jangka waktu tak terbatas dalam skema reasuransi kuota-bagi, di mana klaim dan premi dibagi antara perusahaan asuransi dan reasuransi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rumus yang dihasilkan dapat meningkatkan hasil sebelumnya sekaligus memberikan pendekatan yang lebih efisien. Validasi menggunakan simulasi Monte Carlo menunjukkan konsistensi yang tinggi antara hasil teoretis dan simulasi.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, studi ini menekankan analisis sensitivitas pada parameter operasional yang sering dihadapi perusahaan asuransi, yaitu variasi jumlah pelanggan dan intensitas klaim. Penelitian sebelumnya lebih berfokus pada perbandingan distribusi klaim atau pengembangan rumus analisis, sementara studi ini menggunakan pendekatan simulasi berdasarkan distribusi Poisson untuk frekuensi klaim dan distribusi Eksponensial untuk besaran klaim, dengan tambahan analisis sensitivitas. Fokus utama studi ini adalah mengevaluasi peran nilai premi, jumlah pelanggan, dan frekuensi klaim dalam menentukan probabilitas kebangkrutan. Dengan demikian, studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih operasional dan realistik tentang premi optimal dan faktor-faktor yang memengaruhi keberlanjutan perusahaan asuransi.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini menggunakan model surplus asuransi klasik untuk menganalisis peluang kebangkrutan (*ruin probability*). Menurut (Duy et al., 2021), surplus pada waktu  $t$  didefinisikan sebagai:

$$U(t) = u_0 + c \cdot t - \sum_{i=1}^{N(t)} X_i$$

dengan  $u_0$  adalah modal awal,  $c$  adalah total premi yang diterima per unit waktu,  $N(t)$  adalah jumlah klaim hingga waktu  $t$  yang mengikuti distribusi Poisson dengan parameter  $\lambda$ , dan  $X_i$  adalah besaran klaim yang diasumsikan berdistribusi Eksponensial dengan rata-rata  $\mu$ . Fungsi ini merepresentasikan posisi keuangan perusahaan asuransi setelah mempertimbangkan modal awal, akumulasi premi, dan klaim yang harus dibayar. Perusahaan dinyatakan bangkrut jika nilai surplus  $U(t)$  mencapai nol atau negatif pada periode pengamatan.

### 3. METODE PENELITIAN

Simulasi dilakukan menggunakan parameter pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Data dan Parameter Simulasi

Parameter	Simbol	Nilai	Keterangan		
Modal awal	$\mu_0$	Rp10.000.000.000	Dana	cadangan	awal perusahaan
Premi harian per peserta	$p$	Rp3.000 – Rp4.000	Bervariasi untuk dianalisis		
Jumlah pelanggan	–	219.981/200.000/180.000	Disesuaikan untuk skenario simulasi		
Frekuensi klaim harian	$\lambda$	2128/2300/2500	Distribusi Poisson		
Ukuran klaim	$\mu$	381.998	Distribusi Eksponensial (nilai mean)		
Jumlah hari simulasi	–	365	Periode 1 tahun		
Jumlah iterasi	–	500	Untuk memperoleh proporsi bangkrut stabil		

Proses simulasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python pada Platform *Google Colab*. Algoritma simulasi terdiri atas tiga tahap utama: (1) menambahkan premi harian sesuai jumlah pelanggan, (2) membangkitkan klaim harian

berdasarkan distribusi Poisson dan menentukan besar klaim dari distribusi Eksponensial, serta (3) memperbarui nilai surplus harian dan memeriksa kondisi kebangkrutan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan hubungan antara premi dan peluang kebangkrutan kemudian dilanjutkan dengan analisis sensitivitas terhadap jumlah pelanggan dan frekuensi klaim.

##### 3.1. Hubungan Premi dengan Peluang Kebangkrutan

Hasil simulasi pada premi harian Rp3.000 hingga Rp4.000 menunjukkan pola yang sangat jelas terkait peluang kebangkrutan perusahaan (Tabel 2). Pada seluruh skenario dengan premi di bawah Rp3.600, proporsi kebangkrutan mencapai 100%. Sebaliknya, pada premi Rp3.600 ke atas, perusahaan mampu bertahan selama periode pengamatan satu tahun penuh tanpa mengalami kebangkrutan.

**Tabel 2.** Hasil Simulasi Premi, Kebangkrutan, dan Klaim

Premi (Rp)	Proporsi Bangkrut (%)	Rata-rata Hari Bangkrut	Rata-rata Klaim
3.000	100.0%	65.9	140.128
3.100	100.0%	76.8	163.370
3.200	100.0%	92.4	196.534
3.300	100.0%	115.4	245.431
3.400	100.0%	154.7	329.099
3.500	100.0%	233.2	496.252
3.600	0.0%	500.0	1.000.000
3.700	0.0%	500.0	1.000.000
3.800	0.0%	500.0	1.000.000
3.900	0.0%	500.0	1.000.000
4.000	0.0%	500.0	1.000.000

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa semakin tinggi premi, semakin lama rata-rata waktu hingga kebangkrutan. Misalnya, dengan premi Rp3.000, perusahaan rata-rata bangkrut pada hari ke-66, sementara perusahaan dengan premi Rp3.500 dapat bertahan hingga hari ke-233 sebelum bangkrut. Namun, perbaikan ini hanya sementara, karena perusahaan-perusahaan tersebut masih gagal bertahan dalam periode observasi satu tahun. Titik kritis terjadi pada premi Rp3.600, di mana peluang kebangkrutan turun drastis dari 100% menjadi 0%.

### 3.2. Analisis Sensitivitas

Selain variasi premi, penelitian ini juga melakukan analisis sensitivitas terhadap jumlah pelanggan dan frekuensi klaim harian ( $\lambda$ ). Analisis ini penting untuk menilai seberapa kuat premi minimum aman (Rp3.600) tetap mampu menjamin stabilitas perusahaan dalam kondisi operasional yang berbeda. Skenario dibagi dalam tiga variasi jumlah pelanggan yaitu 219.981, 200.000 dan 180.000 dan tiga Tingkat frekuensi klaim harian ( $\lambda = 2.128, 2.300, \text{ dan } 2.500$ ). Total ada Sembilan kombinasi yang di uji. Hasil simulasi ditampilkan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Hasil Simulasi Skenario (Premi Rp3.600)

Jumlah Pelanggan	Frekuensi Klaim ( $\lambda$ )	Proporsi Bangkrut (%)	Rata-rata Hari Bangkrut	Rata-rata Klaim
219.981	2128	0.0%	500.0	1.000.000
219.981	2300	0.0%	500.0	1.000.000
219.981	2500	100.0%	133.7	334.103
200.000	2128	0.0%	500.0	1.000.000
200.000	2300	100.0%	127	293.752
200.000	2500	100.0%	65.0	162.187
180.000	2128	100.0%	108.3	230.288
180.000	2300	100.0%	63.4	145.704
180.000	2500	100.0%	43.0	107.233

Hasilnya menunjukkan bahwa dalam kondisi normal (dengan 219.981 pelanggan,  $\lambda = 2.128$ ), perusahaan sepenuhnya stabil dengan peluang kebangkrutan 0%. Menariknya,

bahkan ketika frekuensi klaim meningkat menjadi  $\lambda = 2.300$ , perusahaan masih dapat bertahan sepenuhnya. Namun, ketika  $\lambda$  meningkat lebih lanjut menjadi 2.500, probabilitas kebangkrutan melonjak drastis menjadi 100%, dengan waktu kebangkrutan rata-rata hanya 133 hari. Dalam skenario dengan 200.000 pelanggan, perusahaan lebih sensitif terhadap frekuensi klaim. Pada  $\lambda = 2.128$ , perusahaan tetap stabil, tetapi peningkatan kecil menjadi  $\lambda = 2.300$  langsung menyebabkan kebangkrutan rata-rata pada hari ke-127. Situasi menjadi jauh lebih buruk pada  $\lambda = 2.500$ , di mana kebangkrutan terjadi lebih cepat, pada hari ke-65. Sementara itu, skenario terburuk terjadi pada 180.000 pelanggan. Bahkan pada  $\lambda = 2.128$ , perusahaan sudah menghadapi kebangkrutan rata-rata pada hari ke-108. Situasi menjadi lebih kritis pada  $\lambda = 2.500$ , di mana kebangkrutan terjadi sangat cepat, hanya dalam 43 hari.

Temuan ini menunjukkan bahwa premi aman minimum sebesar Rp3.600 tidaklah tetap, melainkan sangat bergantung pada faktor operasional. Penurunan jumlah pelanggan dan peningkatan frekuensi klaim mengurangi margin keamanan, hingga premi sebelumnya tidak lagi mencukupi. Secara teori, hal ini sesuai dengan prinsip teori surplus, yang menyatakan bahwa stabilitas keuangan perusahaan bergantung pada keseimbangan tiga faktor utama: (1) pendapatan premi, (2) intensitas klaim, dan (3) besarnya basis risiko (jumlah pelanggan). Oleh karena itu, premi optimal tidak hanya didasarkan pada rata-rata klaim, tetapi juga perlu mempertimbangkan variasi operasional yang realistik.

Bagian ini memuat proses pengumpulan data, rentang waktu dan lokasi penelitian, dan hasil analisis data (yang dapat didukung dengan ilustrasi dalam bentuk tabel atau gambar, **bukan** data mentah, serta **bukan** dalam bentuk *printscreen* hasil analisis), ulasan tentang keterkaitan antara hasil dan konsep dasar, dan atau hasil pengujian hipotesis (jika ada), serta kesesuaian atau pertentangan dengan hasil penelitian sebelumnya, beserta interpretasinya masing-masing. Bagian ini juga dapat memuat implikasi hasil penelitian, baik secara teoritis maupun terapan. Setiap gambar dan tabel yang digunakan harus diacu dan diberikan penjelasan di dalam teks, serta diberikan penomoran dan sumber acuan. Berikut ini diberikan contoh tata cara penulisan subjudul, sub-subjudul, sub-sub-subjudul, dan seterusnya.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi, premi memiliki pengaruh langsung terhadap kemungkinan perusahaan asuransi bangkrut. Ketika premi berada di antara Rp3.000 dan Rp3.500, semua skenario menunjukkan kebangkrutan, dengan rata-rata waktu perusahaan dapat bertahan meningkat seiring dengan kenaikan premi. Namun, ketika premi mencapai Rp3.600 atau lebih tinggi, perusahaan mampu tetap bertahan selama periode pengamatan satu tahun penuh tanpa bangkrut. Hal ini menunjukkan adanya tingkat premi kritis yang membedakan kebangkrutan dari stabilitas.

Analisis skenario menunjukkan bahwa meskipun premi Rp3.600 umumnya aman, stabilitas perusahaan masih dipengaruhi oleh jumlah pelanggan dan frekuensi klaim. Dalam kondisi dengan jumlah pelanggan yang besar (219.981) dan frekuensi klaim moderat ( $\lambda = 2.128\text{--}2.300$ ), perusahaan tetap stabil. Namun, jika frekuensi klaim meningkat menjadi  $\lambda = 2.500$  atau jumlah pelanggan turun menjadi 180.000, kebangkrutan terjadi dalam waktu singkat.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penetapan premi saja tidak cukup untuk menjamin kelangsungan hidup perusahaan. Jumlah dan frekuensi klaim juga harus dikontrol untuk meminimalkan risiko kebangkrutan. Premi optimal harus ditetapkan dengan mempertimbangkan kondisi operasional yang realistik, bukan sekadar perhitungan teoritis..

## DAFTAR REFERENSI

- Aurzada, F., & Buck, M. (2020). Ruin probabilities in the Cramér–Lundberg model with temporarily negative capital. *European Actuarial Journal*, 10(1), 261–269. <https://doi.org/10.1007/s13385-020-00223-4>
- Burnecki, K., Teuerle, M. A., & Wilkowska, A. (2021). Ruin probability for the insurer–reinsurer model for exponential claims: A probabilistic approach. *Risks*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/risks9050086>
- Duy, Q. P., Huu, T. N., & Quyet, C. D. (2021). Simulation for ruin probabilities in insurance with sequence markov dependence random variables. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(5), 927–934. <https://doi.org/10.13189/ujaf.2021.090504>
- Heri Sasono, & Paidi WS. (2024). Prospek Industri Asuransi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 2(1), 146–158. <https://doi.org/10.61132/jepi.v2i1.355>
- Lianingsih, N., Apriva Hidayana, R., Panji, M., & Saputra, A. (2024). Implementation of Ruin Probability Model in Life Insurance Risk Management. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 5(4), 360–364.

- Richter, A., & Wilson, T. C. (2020). Covid-19: implications for insurer risk management and the insurability of pandemic risk. *GENEVA Risk and Insurance Review*, 45(2), 171–199. <https://doi.org/10.1057/s10713-020-00054-z>
- Saefullah, R., Riaman, R., & Sukono, S. (2025). Ruin Probability Model for Disaster Insurance Companies: A Systematic Literature Review. *ZERO: Jurnal Sains, Matematika Dan Terapan*, 9(1), 88. <https://doi.org/10.30829/zero.v9i1.24371>
- Shirin, K. (2024). The Role of Financial Stability of Insurance Companies in Economic Development. In *American Journal of Economics and Business Management* (Vol. 7, Issue 11).
- Utama, N. (2024). Insurance Products as Protection for Debtors Due to Failure to Implement Performance in Business Agreements. *Ekasakti Journal of Law and Justice*, 2(2), 81–89. <https://doi.org/10.60034/dn4wp544>
- Zhang, A., Chen, P., Li, S., & Wang, W. (2020). Risk Modelling on Liquidations with Lévy Processes. <http://arxiv.org/abs/2007.01426>