SKRIPSI

ANALISIS RISIKO UNTUK MENGURANGI PELUANG KEBANGKRUTAN ASURANSI DENGAN MODEL KERUGIAN AGREGAT

SYARIFA NURUL AFIAH
E0120303

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
TAHUN 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Syarifa Nurul Afiah

NIM : E0120303

Judul : Analisis Risiko Untuk Mengurangi Peluang Kebangkrutan Asuransi Dengan Model Kerugian Agregat

Telah berhasil di pertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji (SK Nomor 42/UN55/HK.04/2024,9/07/2024) dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana S1 Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sulawesi Barat.

Disahkan oleh:

Dekan FMIPA
Universitas Sulawesi Barat

MUSAFIRA, S.Si., M.Sc.
NIP. 197709112006042002

Tim Penguji:

Ketua Penguji	: Musafira. S.Si., M.Sc	(.............................)
Sekretaris	: Ahmad Ansar. S.Pd., M.Sc	(.............................)
Pembimbing 1	: Apriyanto. S.Pd., M.Sc	(.............................)
Pembimbing 2	: Darmawati. S.Si., M.Si	(.............................)
Penguji 1	: Darma Ekawati. S.Pd. M.Sc	(.............................)
Penguji 2	: Rahmawati. S.Si., M.Si	(.............................)
Penguji 3	: Muh.Hijrah. S.Pd., M.Si	(.............................)

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang analisis risiko untuk peluang kebangkrutan asuransi dengan model kerugian agregat. Peluang kebangkrutan dapat diketahui melalui analisis risiko menggunakan *return* pada besar premi dan besar klaim asuransi jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko asuransi untuk mengurangi peluang bangkrut dari perusahaan asuransi dengan menggunakan model agregat. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Dimana Penelitian kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang dapat dilakukan untuk menganalisis risiko guna mengurangi peluang kebangkrutan asuransi dengan menggunakan model agregat. Analisis risiko model agregat yang meliputi: 1.penentuan ukuran risiko dari model kerugian agregat dengan menghitung nilai *return* dari besar premi dan besar klaim asuransi jiwa, 2. menentukan variansi dan ekspektasinya, dan menentukan peluang kebangkrutan asuransi jiwa dengan *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Tail Expectation* (CTE) ditentukan dengan metode numerik yaitu dengan metode simulasi monte carlo, 3.Melakukan estimasi parameter distribusi untuk nilai premi dan nilai klaim asuransi jiwa, 4.Menghitung selang kepercayaan di urut mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil sebesar 99%, 95%, dan 90% untuk melihat nilai kuantil (kerugian maksimum) sebenarnya. Hasil penelitian ini terdapat peluang bangkrut perusahaan asuransi berdasarkan nilai premi dan nilai klaim dengan standar deviasi *return* secara berturut-turut yaitu 0,262966357 dengan persentase 26% untuk nilai besar premi dan 0,270529493 dengan persentase 27% untuk nilai besar klaim.

Kata Kunci: Peluang Bangkrut, Risiko, *CTE, VaR*, Premi, Klaim, *Monte Carlo*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asuransi adalah suatu bentuk perlindungan finansial yang memberikan jaminan kepada seseorang atau perusahaan dalam hal terjadinya risiko tertentu seperti kecelakaan, kematian, atau kerusakan properti (Suryanto, 2019). Asuransi memberikan perlindungan finansial yang penting bagi individu dan perusahaan, namun bisnis asuransi juga memiliki risiko keuangan yang signifikan. Salah satu risiko utama dalam bisnis asuransi adalah risiko kebangkrutan, yang dapat terjadi ketika perusahaan asuransi tidak mampu membayar klaim yang diajukan oleh nasabahnya.Dalam hal ini, analisis risiko dapat membantu perusahaan asuransi mengidentifikasikan risiko dan mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk mengurangi risiko kebangkrutan (Erizal dan Mutia, 2021).

Perusahaan asuransi sangat berpotensi mengalami sebuah kerugian jika klaim yang diajukan oleh pemegang polis lebih besar dari cadangan klaim yang dianggarkan oleh perusahaan asuransi. Potensi ini diartikan sebagai risiko yang harus dikelola oleh perusahaan asuransi agar tidak mengalami kerugian. Risiko dapat diasumsikan sebagai variabel acak dengan klaim yang memiliki distribusi sehingga dalam perhitungan rsisiko biasanya berhubungan dengan model peluang, salah satunya adalah model kerugian agregat (Pratiwi N, 2020).

Model Kerugian Agregat merupakan variabel acak yang menyatakan total dari semua kerugian yang terjadi dalam suatu blok polis asuransi. Kerugian agregat adalah total kerugian yang diderita oleh tertanggung dalam suatu periode tertentu. Kerugian agregat tergantung pada frekuensi kerugian dan jumlah kerugian dalam bentuk biaya setiap kali tertanggung mengajukan kerugian.

Penelitian yang membahas mengenai perhitungan ukuran risiko telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Nadya Pratiwi (2020) tentang perhitungan ukuran risiko untuk model kerugian agregat, yang membahas mengenai perhitungan ukuran risiko pada model kerugian agregat yang digunakan dalam industri asuransi yang bertujuan untuk mengukur dan menganalisis potensi risiko kerugian dari klaim asuransi yang dapat menyebabkan kebangkrutan Perusahaan. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Nadya Pratiwi (2020) mengenai perhitungan ukuran risiko untuk model kerugian agregat, penelitian ini membahas tentang analisis risiko untuk mengurangi peluang kebangkrutan asuransi dengan model kerugian agregat dengan melakukan analisis risiko dengan menghitung *return* dari nilai besar premi dan nilai besar klaim asuransi jiwa untuk mengetahui berapa besar kerugian yang dialami oleh sebuah perusahaan asuransi dengan model kerugian agregat.

Berdasarkan permasalahan dari peluang kebangkrutan perusahaan asuransi, peneliti tertarik untuk mengangkat topik yang berjudul **"Analisis Risiko untuk mengurangi Peluang Kebangkrutan Asuransi dengan model kerugian agregat"**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka disimpulkan bahwa permasalah yang terdapat pada penelitian ini:

1. Bagaimana analisis risiko kebangkrutan data besar premi dan besar klaim asuransi jiwa?
2. Bagaimana hasil dari analisis risiko menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Tail Expectation* (CTE) dengan simulasi Monte Carlo?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana analisis risiko kebangkrutan asuransi model kerugian agregat menggunakan *return*
2. Untuk mengetahui bagaimana hasil dari analisis risiko menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Tail Expectation* (CTE) dengan simulasi Monte Carlo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian mengenai analisis risiko untuk mengurangi peluang kebangkrutan asuransi dengan model kerugian agregat adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai referensi untuk menambah pengetahuan tentang model kerugian agregat untuk analisis risiko peluang kebangkrutan asuransi.

2. Peneliti mendapatkan tambahan ilmu wawasan mengenai analsis risiko pada Perusahaan asuransi dengan menggunakan model kerugian agregat.
3. Penelitian ini membantu perusahaan asuransi dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko kebangkrutan dengan lebih baik, sehingga mengurangi kemungkinan kebangkrutan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis risiko untuk mengurangi peluang kebangkrutan asuransi dengan menggunakan model kerugian agregat.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada jumlah pendapatan premi dan beban klaim asuransi jiwa dari perusahaan Otoritas Jasa Keuangan (OJK) asuransi jiwa selama periode tahun 2019-2022.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Asuransi

Asuransi menurut undang-undang tentng perasuransian (UU Republik Indonesia No.40/2014) adalah perjanjian antara dua belah pihak, yaitu perusahaan asuransi dan pemegang polis, yang menjadi dasar bagi penerimaan premi oleh perusahaan asuransi sebagai imbalan untuk memberikan penggantian kepada tertanggung atau pemegang polis karena kerugian, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita tertanggun atau pemegang polis karena terjadinya suatu peristiwa yang tidak pasti, atau memberikan pembayaran yang didasarkan pada meninggalnya tertanggung atau pembayaran yang didasarkan pada hidupnya tertanggung dengan manfaat yang besarnya telah ditetapkan atau didasarkan pada hasil pengelolaan dana (Suryanto, 2019).

2.2 Jenis - Jenis Asuransi

Asuransi umum, *(general insurance)* adalah bentuk-bentuk asuransi yang dimaksudkan untuk memberikan perlindungan terhadap kerugian akibat kerusakan atau kehilangan properti, dan kerugian akibat kewajiban hukum. Asuransi umum dibedakan antara (1) asuransi properti, termasuk asuransi kebakaran, asuransi pengangkutan laut, asuransi harta benda, dan (2) asuransi liabilitas, yang meliputi asuransi terhadap tuntutan atau kewajiban hukum seperti penggunaan kendaraan bermotor, pemilikan rumah, pengusahaan pabrik, dan kontruksi bangunan (Suryanto, 2019).

Asuransi personal (*personal insurance*) merupakan asurasi yang berkaitan langsung dengan individu. Risiko yang bisa diasuransikan adalah risiko yang tiimbul dari kejadian yang bisa mengganggu pendapatan dari seseorang. Asuransi personal fokus pada kemampuan untuk memperoleh properti (kekayaan) di masa mendatang dari individu. Dalam bidang individual, risiko yang dipertanggungkan adalah kemungkinan terganggunya pendapatan yang diterima oleh individu yang disebabkan oleh beberapa *peril* (bahaya). Beberapa asuransi yang ada dalam asuransi personal yaitu (1) asuransi jiwa (*life insurance*) yang meliputi asuransi jiwa berjangka (*term life*), asuransi jiwa seumur hidup (*whole life*), asuransi jiwa dwiguna (*endowment*), dan asuransi jiwa *unit link* dan (2) asuransi kesehatan (*health insurance*) (Suryanto, 2019).

2.3 Variabel Random

Dalam sebuah percobaan seringkali hanya tertarik pada keterangan numerik suatu hasil percobaan dan bukan pada keterangan dari setiap titik sampel. Jika sekeping mata uang logam dilemparkan dua kali maka hasil yang mungkin terjadi dari percobaan tersebut yaitu $S = \{GG, GT, TG, TT\}$. Andaikan yang dibutuhkan adalah banyaknya sisi tulisan yang muncul, maka hasil numerik yaitu: $X(GG) = 0$, $X(GT) = X(TG) = 1$, dan $X(TT) = 2$. Bilangan 0,1,2 dapat diartikan sebagai nilai yang diperoleh variael random X yang menyatakan banyaknya sisi tulisan muncul apabila sekeping mata uang logam dilemparkan dua kali. Variabel random X adalah suatu fungsi yang didefinisikan pada ruang sampel S yang menampilkan setiap $e \in S$ ke bilangan real x, dinotasikan dengan $X(e) = x$ Bila anggota S berhingga, maka jumlah titik sampelnya dapat dinyatakan dengan banyaknya bilangan bulat sehingga dapat dihitung. Namun, bila anggota dari S tak hingga maka jumlah titik sampelnya tidak dapat dinyatakan dengan banyaknya bilangan bulat sehingga tak terhitung. Misalnya, apabila seorang peneliti ingin mencatat lama waktu yang dibutuhkan oleh suatu reaksi kimia, maka selang waktu yang dapat dibuat untuk ruang sampel banyaknya tak hingga (jumlah elemen dalam ruang sampel tidak terbatas) dan tak terhitung (nilai-nilai dalam ruang sampel terlalu banyak untuk dihitung satu per satu). Variabel random yang didefinisikan pada ruang sampel diskrit adalah variabel random diskrit. Sedangkan variabel random yang didefinisikan pada ruang sampel kontinu adalah variabel random kontinu (Mandur K, 2011).

2.4 Nilai Harapan dan Variansi

Nilai harapan dan variabel random digunakan untuk mendefinisikan mean atau rataan variabel random. Misal X adalah variabel random, maka nilai harapan variabel random X adalah perkiraan rata-rata distribusi peluang yang pengamatannya mencakup keseluruhan nilai *X* bila dilakukan percobaan secara berulang-ulang.

Definisi 2.1 (Mandur K, 2011)

Diberikan *X* adalah variabel random dengan distribusi peluang *f(x)*. Maka nilai harapan dari *X* adalah:

$$\mu = E(\mathrm{X}) = \begin{cases} \sum_{X} x\, f(x) \text{ jika x diskrit} \\ \int_{-\infty}^{\infty} x\, f(x)dx \text{ jika x } \textit{kontinu} \end{cases} \tag{2.1}$$

Definisi 2.2 (Mandur K, 2011)

Diberikan *X* yang dinyatakan variabel random, maka variansi bagi X didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma^2 = E[(\mathrm{X} - \mu)^2] \tag{2.2}$$

Dengan :

σ^2 adalah variansi dari variabel acak X

X adalah variabel acak yang mewakili nilai-nilai dari suatu distribusi probabilitas

μ adalah nilai harapan atau rata-rata dari variabel acak X

$E[(\mathrm{X}-\mu)^2]$ adalah nilai harapan dari kuadrat selisih antara X dan nilai rata-rata μ

Teorema 2.1 : Nilai Harapan

Bila a dan b kontinu maka

$$E(ax+b) = aE(x)+b \tag{2.3}$$

Bukti :

Menurut (2.1), bila *X* diskrit maka

$$\begin{aligned} E(aX+b) &= \sum_{x}(ax+b) f(x) = \sum_{x} ax\, f(x) + \sum_{x} b\, f(x) \\ &= a\sum_{x} x\, f(x) + b\sum_{x} f(x) \qquad (2.4) \\ E(aX+b) &= aE(X)+b \end{aligned}$$

Bila *X* kontinu maka

$$E(aX+b)=\int_{-\infty}^{\infty}(ax+b)f(x)dx=\int_{-\infty}^{\infty}(ax)f(x)dx+\int_{-\infty}^{\infty}bf(x)dx$$

$$=a\int_{-\infty}^{\infty}xf(x)dx+b\int_{-\infty}^{\infty}f(x)dx \tag{2.5}$$

$$=aE(X)+b$$

$$E(aX+b)=aE(X)+b$$

Teorema 2.2 : Variansi

Variansi variabel random X adalah

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= E(X^2)-E^2(X)\\ &= E(X^2)-\mu^2\end{aligned} \tag{2.6}$$

Bukti :

Berdasarkan (2.2), maka diperoleh

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= E[(X-\mu)^2]\\ &= E[X^2-2\mu X+\mu^2]\\ &= E(X^2)-2\mu\,\mathrm{E(X)}+\mu^2\\ &= E(X^2)-2\mu^2+\mu^2\\ &= E(X^2)-\mu^2\end{aligned} \tag{2.7}$$

2.5 Premi

Setiap individu atau kelompok yang mengasuransikan diri pada suatu perusahaan asuransi berarti sepakat terhadap kontrak tertulis antara dirinya dengan perusahaan. Dalam kontrak perjanjian antara lain, besar premi yang harus dibayar ke perusahaan serta jadwal pembayaran ke perusahaan, serta besar santunan asuransi yang akan dibayarkan oleh perusahaan jika terjadi suatu peristiwa. Kontrak tersebut sering disebut dengan polis asuransi. Dalam polis asuransi juga di terapkan waktu mulai berlakunya polis tersebut atau tanggal polis dikeluarkan. Pembayaran premi bisa dilakukan sekaligus (premi tunggal) dan dapat pula dilakukan secara berkala, misalnya tiap tahun (premi tahunan), maupun tiap semester, tiga bulan sekali maupun setiap bulan (premi pecahan) (Sembiring, 1986).

2.6 Klaim

Klaim merupakan pengajuan hak yang dilakukan oleh pemegang polis kepada penanggung untuk mendapatkan haknya berupa pertanggungan atas kerugian berdasarkan perjanjian atau akad yang telah dibuat atau dengan kata lain, klaim merupakan proses pengajuan oleh peserta untuk mendapatkan uang pertanggungan setelah tertanggung melaksanakan seluruh kewajiban kepada penanggung yaitu berupa penyelesaian pembayaran premi sesuai dengan kesepakatan sebelummnya (Sendra, 2009). Klaim adalah hak peserta asuransi yang wajib diberikan oleh perusahaan asuransi sesuai dengan kesepakatan dalam akad (Anwar dan Khairil, 2007).

2.7 Model Agregat

Model agregat juga disebut dengan perencanaan agregat merupakan salah satu bagian terpenting dari manajemen operasi (Djordjevie et al, 2019), dan memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja rantai pasokan yang kompetitif (Chopra dan Meindl, 2016). Perencanaan agregate menyeimbangkan jumlah pasokan (*supply*) dengan permintaan (*demand*). Menurut Mehdizadeh et al (2018), tujuan perencanaan agregat adalah untuk menetapkan tingkat pengeluaran secara keseluruha untuk menghadapi permintaan yang berfluktuasi atau tidak menentu serta untuk menyediakan pasokan. Perencanaan agregat menghasilkan kuantitas produksi dan waktu produksi barang yang optimal serta bahan baku dan sumber daya yang ada, untuk meminimalkan total biaya operasional organisasi.

2.7.1 Model Kerugian Agregat

Menurut Tohap Manurung, (2011), agregat *loss* (kerugian agregat) merupakan total kerugian pemegang polis yang harus ditanggung oleh perusahaan asuransi dalam suatu periode waktu tertentu. Metode yang digunakan untuk memperoleh *aggregate loss* (kerugian agregat) adalah mencatat masing-masing besar klaim dan menjumlahkan semua klaim tersebut. Peubah acak S menyatakan peluang kebangkrutan dan peubah acak N menyatakan banyaknya klaim dalam satu periode dari suatu asuransi. Besar masing – masing klaim dapat dinyatakan dalam peubah acak $X_1, X_2, \ldots$ sehingga diperoleh suatu model risiko kolektif yang dinyatakan dengan

$$S = X_1 + X_2 + \ldots + X_N, \quad N = 0,1,2,\ldots \tag{2.9}$$

Dimana *S = 0* jika *N = 0*

Jumlah klaim yang mempunyai fungsi massa peluang $\Pr(N = n)$ dengan mean $E(N)$ dan variansi $Var(N)$ dinyatakan dengan peubah acak *N*. *Severitas* (tingkat keparahan) klaim dengan mean $E(X)$ dan variansi $Var(X)$ dinyatakan dengan peubah acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$. Asumsi – asumsi yang harus diperhatikan pada peluang kebangkrutan untuk model risiko kolektif adalah:

a. Diberikan $N = n$, peubah acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$ merupakan peubah acak yang berdistribusi identik dan saling bebas.
b. Diberikan $N = n$, distribusi bersama dari peubah acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$ tidak bergantung pada nilai *n*.
c. Distribusi dari peubah acak *N* tidak bergantung kepada nilai – nilai dari peubah acak $X_1, X_2, \ldots, X_n$.

Definisi 2.4 (Pebriyanti L, 2011)

Misal jumlah klaim dinotasikan dengan $N = 0,1,2,\ldots$ menyebar secara acak, dan misalkan pula nilai suatu klaim pada periode ke-i dinotasikan dengan *X*, yang merupakan variael acak independen dan identik. Sehingga dapat dikatakan, fungsi distribusi dari setiap klaim terjadi secara bebas dan dalam satu asuransi, fungsi distribusi dari suatu klaim akan sama. Asumsikan bahwa nilai total klaim *S* merupakan kejadian acak, hal ini karena total klaim berkaitan dengan *X* dan *N* yang merupakan variabel acak, maka *S* juga merupakan variabel acak, maka persamaannya sebagai berikut.

$$S = X_1 + X_2 + \ldots + X_N = \sum_{k=1}^{N} X_k \tag{2.10}$$

Dengan:

N adalah bilangan bulat positif yang menunjukkan banyaknya variabel acak

$\sum_{k=1}^{N} X_k$ adalah notasi sigma yang menyatakan penjumlahan dari X_k

S adalah jumlah total dari sejumlah variabel acak

Teorema 2.3 : Ekspektasi dan Variansi kerugian agregat

Adapun ekspektasi dan variansi dari agregat *loss* (kerugian agregat) sebagai berikut. Ekspektasi S dinotasikan dengan $E(S)$, yaitu

$$E(S) = \sum_{n} E(S \mid N = n)\,\mathrm{p(n)} \tag{2.11}$$

Dengan

$p(n)$ adalah peluang bahwa ada n klaim yang terjadi dalam satu periode

$E(S \mid N = n)$ adalah eskpektasi dari S (kerugian agregat) dengan kondisi bahwa $N = n$ klaim terjadi. Jika jumlah klaim N dan besar klaim individu x_i dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(S \mid N = n) &= E\sum_{k-1}^{n} X \mid N = n \\ &= E(nX \mid \mathrm{N} = \mathrm{n}) \\ &= nE(X \mid N = n) \\ &= nE(x) \end{aligned} \tag{2.12}$$

Jika $\sum_{n} np(n) = E(N),$ maka

$$\begin{aligned} E(S) &= \sum_{n} E(S \mid N = n)\,p(n) \\ &= \sum_{n} nE(X)\,p(n) \\ &= E(X)E(N) \end{aligned} \tag{2.13}$$

Variansi dari S dilambangkan dengan $Var(S)$ adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Var(S) &= E(S^2) - (E(S))^2 \\ E(S^2) &= \sum_{n} E(S^2 \mid N = n)\,p(n) \end{aligned} \tag{2.14}$$

Karena $E(X^2) = Var(X) + (E(X))^2,$ maka

$$E(S^2 \mid N=n) = Var(S \mid N=n) + (E(S \mid N=n)$$
$$= \mathrm{Var}(\sum_{k-1}^{n} X \mid N=n) + (\mathrm{E}(\sum_{k-1}^{n} X \mid N=n))^2$$
$$= Var(nX \mid N=n) + (\mathrm{E(nX \mid N=n)})^2$$
$$= nVar(X \mid N=n) + n^2(E(\mathrm{X}))^2$$
$$= nVar(\mathrm{X}) + \mathrm{n}^2(E(X))^2$$

(2.15)

Sehingga

$$\begin{aligned} E(S^2) &= \sum_n E(S^2 \mid N=n)\,\mathrm{p(n)} \\ &= \sum_n (nVar(X) + n^2(\mathrm{E(X)})^2)\,p(n) \\ &= \sum_n (np(n)Var(X) + n^2 p(n)(E(X))^2) \\ &= \mathrm{E(N)\,Var(X)} + \mathrm{E(N^2)}(E(X))^2 \end{aligned} \tag{2.16}$$

Oleh karena itu,

$$\begin{aligned} Var(S) &= E(S^2) - (E(S))^2 \\ &= (E(N)Var(X) + E(N^2)(E(X))^2) - ((E(N))^2(E(X))^2) \\ &= E(N)Var(X) + (E(X))^2[E(N^2) - (E(N))^2] \\ &= E(N)Var(X) + (E(X))^2 Var(N) \end{aligned} \tag{2.17}$$

2.8 *Generalized Pareto Distribution* (GPD)

Generation Pareto Distribution (GPD) merupakan distribusi untuk memodelkan sebaran data dengan kejadian ekstrim yang didapatkan dengan metode *Cumulative Distribution Function* (CDF) dan *Probability Dencity Function* (PDF). Adapun persamaan dari *Generation Pareto Distribution* adalah sebagai berikut.

$$F_{k,\sigma}(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \dfrac{k(x)}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{k}} \\ 1 - e^{-\frac{x}{\sigma}} \end{cases} \text{, jika } k \neq 0 \text{ dan jika } k = 0 \tag{2.18}$$

$$f_{k,\sigma}(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sigma}\left[1 + \dfrac{k(x)}{\sigma}\right]^{-1-\frac{1}{k}} \\ \dfrac{1}{\sigma} e^{-\frac{x}{\sigma}} \end{cases} \text{, jika } k \neq 0 \text{ dan jika } k = 0 \tag{2.19}$$

$\sigma > 0, x \geq 0$ jika $k \geq 0$ dan $0 \leq x \leq -\dfrac{\sigma}{k}$ jika $k < 0$

Dengan

k adalah parameter bentuk (*shape*)

σ adalah parameter skala (*scale*)

Jika $F(x)$ adalah fungsi distribusi kumulatif variabel acak X dan u adalah nilai *threshold* (nilai ambang batas) maka $y = x - u$ adalah nilai yang melebihi *threshold* (nilai ambang batas) dengan syarat $X > u$ $F_u(y)$ disebut fungsi distribusi kelebihan bersyarat dan didefinisikan sebagai berikut:

$$F_u(\mathrm{y}) = \mathrm{P(X-u} \le y \mid X > u) = \frac{F(u+y) - F(u)}{1 - F(u)} \tag{2.20}$$

Definisi 2.5: (Pickands, 1975, Balkema dan de Hann, 1974)

Fungsi distribusi kumulatif F dengan fungsi distribusi kelebihan bersyarat $F_u(y)$, untuk nilai u yang besar, pendekatan yang baik yaitu $F_u(u) \approx F_{\xi,\sigma}(y)$, ketika $u \to \infty$.

Dimana

$$F_{k,\sigma}(y) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \dfrac{k(y)}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{k}}, \ jika\ k \ne 0 \\ 1 - e^{-\frac{(\mathrm{y})}{\sigma}}, \ jika\ k = 0 \end{cases} \tag{2.21}$$

$$\sigma > 0, \mathrm{y} \ge 0 \ \text{ jika } \ k \ge 0 \ \text{ dan } \ 0 \le y \le -\frac{\sigma}{\xi} \ \text{ jika } \ k < 0$$

Berdasarkan definisi (2.5), jika nilai *threshold* (nilai ambang batas) semakin tinggi maka data ekstrim akan mengikuti *Generlized Distribution Pareto* (GDP).

Terdapat tiga tipe distribusi dalam Generlized Distribution Pareto (GDP) berdasarkan parameter bentuk (k), yaitu:

1. Jika $k = 0$ maka data berdistribusi eksponensial.
2. Jika $k > 0$ maka data berdistribusi pareto.
3. Jika $k < 0$ maka data berdistribusi beta.

2.9 Distribusi Seragam (*Uniform*)

Distribusi seragam adalah distribusi yang paling sederhana yang variabel acaknya mempunyai nilai peluang sama dalam suatu kejadian atau percobaan setiap nilai variabel acak mempunyai nilai peluang yang sama. Suatu variabel acak X mempunyai distribusi seragam, dan dapat dinyatakan variabel acak seragam, jika dan hanya jika peluangnya diberikan dengan:

$$P(x:k) = \frac{1}{k} \text{ ,untuk } X = x_1, x_2, x_3, ..., \mathrm{x}_k \tag{2.22}$$

Dengan:

P(x) adalah peluang kejadian *x*

k adalah data percobaan ke – *k*

x adalah banyaknya percobaan

Menurut (Montgometry, dkk, 2018), misalkan jangkauan variabel acak diskrit X sama dengan bilangan bulat berurutan $a, a+1+2, ..., b,$ untuk $a \leq b$. Sehingga persamaan fungsi kepadatan peluang untuk distribusi uniform didefinisikan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{b-a+1}, \; x = a, a+a, 1+2, ..., b \tag{2.23}$$

Dengan:

$f(x)$ adalah peluang jika peubah acak *X* berdistribusi *uniform*

a adalah bilangan bulat urutan pertama

b adalah bilangan bulat urutan terakhir

2.10 Estimasi Parameter

Estimasi merupakan proses yang digunakan untuk menghasilkan suatu nilai tertantu terhadap suatu parameter. Data yang digunaka untuk melakukan estimasi parameter ini merupakan suatu sampel, yang pada perkembangannya akan digunakan oleh suatu estimator untuk menghasilkan suatu nilai parameter. Estimasi parameter pada mulanya akan digunakan untuk menduga suatu populasi dari sampel. Estimasi digologkan menjadi dua yaitu estimasi titik dan estimasi parameter. Estimasi merupakan suatu tahapan yang terpenting dalam menentukan model peluang yang tepat dari sekumpulan data (Yendra, 2015).

Adapun sifat-sifat dari estimasi adalah sebagai berikut:

a. Tak bias

Estimasi tak bias bagi parameter tak bias bagi parameter θ jika $E(\theta) = \theta$ dan dikatakan estimator biasa bagi parameter θ jika $E(\theta) \neq \theta$. Namun, penaksir bias dapat diubah menjadi penaksir tak bias jika ruas kanan dibalikan atau ditambahkan dengan konstanta tertentu.

b. Konsisten

Penaksir parameter $\hat{\theta}$ dikatakan konsisten bila nilai-nilainya mendekati nilai parameter yang sebenarnya meskipun ukuran sampel semakin θ besar. Suatu statistik $\hat{\theta}$ disebut penaksir yang konsisten untuk parameter θ jika dan hanya jika $\hat{\theta}$ konvergen dalam probabilitas ke parameter θ atau $p\lim \hat{\theta} = \theta$. Jika $\hat{\theta}_n$ adalah penaksiran untuk θ yang didasarkan pada sampel acak berukuran n, maka $\hat{\theta}_n$ dikatakan konsisten bagi parameter θ, jika $\lim_{n \to \infty} p(|\hat{\theta}_n - \theta| < \varepsilon = 1)$. Penentuan penaksiran konsisten ini dapat dilakukan dengan menggunakan ketidaksamaan Chebyshev's, $\lim_{n \to \infty} p(|\hat{\theta}_n - \theta| < k\sigma) \geq 1 - \frac{1}{k^2}$.

c. Efisien

Jika distribusi sampling dari dua statistik memiliki mean atau ekspektasi yang sama, maka statistik dengan varians yang lebih kecil disebut sebagai estimator efisien dari mean, sementara statistik yang lain disebut estimator tak efisien. Adapun nilai-nilai yang berkorespondensi dengan statistik-statistik ini masing-masing disebut sebagai estimasi efisien dan estimasi tak efisien (Mubtadiah, 2011).

2.11 *Maximum Likelihood Eatimation* (MLE)

Misalkan $x_1, x_2, ..., x_n$ disebut variabel random berukuran n dari suatu distribusi dengan PDF $f(x;\theta)$, yang bergantung pada $\theta \in \Omega$, dimana Ω disebut semesta dari parameter. Karena $x_1, x_2, ..., x_n$ merupakan sampel random, PDF bersama dari $x_1, x_2, ..., x_n$ dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$f(x_1, x_2, ..., x_n; \theta) = f(x_1; \theta).f(x_2; \theta)...f(x_n; \theta) \tag{2.24}$$

PDF bersama dari $x_1, x_2, ..., x_n$ mengandung parameter θ, sehingga persamaan (2.24) dapat dituliskan sebagai suatu fungsi dari θ disebut dengan $L(\theta)$. Persamaannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L(\theta) &= f(x_1, x_2, ..., x_n; \theta) \\ &= f(x_1; \theta).f(x_2; \theta)...f(x_n; \theta) \\ &= \prod_{i=1}^{n} f(x_n; \theta) \end{aligned} \tag{2.25}$$

Dimana $L(\theta)$ disebut fungsi *likelihood* .

Akan dicari θ yang memaksimumkan $L(\theta)$. Untuk mempermudah perhitungan dalam mencari nilai θ, $L(\theta)$ dapat dimodifikasi ke dalam bentuk log, karena nilai θ yang memaksimumkan log $L(\theta)$ sama dengan nilai θ yang memaksimumkan log $L(\theta)$, sehingga persamaan (2.25) dimodifikasi menjadi:

$$\begin{aligned} \log L(\theta) &= \log\left[\prod_{i=1}^{n} f(x_i; \theta)\right] \\ &= \sum_{i=1}^{n} \log f(x_i; \theta) \end{aligned} \tag{2.26}$$

Nilai θ yang memaksimumkan log $L(\theta)$, diperoleh dengan mendiferensialkan log $L(\theta)$ terhadap θ dan menyamakannya dengan 0, dan memastikan bahwa diferensial keduanya kurang dari 0.

$$\frac{\partial \log L\theta}{\partial \theta} = 0 \tag{2.27}$$

$$\frac{\partial^2 \log L(\theta)}{\partial \theta^2} < 0 \tag{2.28}$$

Nilai $\theta = u(x_1, x_2, ..., x_n)$ yang memaksimumkan log $L(\theta)$ disebut sebagai taksiran *maximum likelihood* dari θ dan dinotasikan dengan $\hat{\theta}$ (Ilmma, 2009).

Untuk menyelesaikan persamaan yang tidak *closed form* digunakan analisis numerik, yaitu metode *Newton-Raphson*. Metode *Newton-Raphson* dilakukan dengan iterasi untuk

memaksimumkan fungsi log *likelihood*. Berikut tahapan dalam melakukan iterasi *Newton-Raphson*, yaitu:

1. Mensubstitusi salah satu persamaan estimasi parameter ke persamaan estimasi parameter yang lain.
2. Menentukan nilai estimasi awal.
3. Melakukan iterasi *Newton-Raphson* dengan persamaan berikut:

$$\hat{k}_{n+1} = k_n - \frac{f(k)}{f(k)} \tag{2.29}$$

Iterasi akan berhenti saat $|\hat{k}_{n+1} - k_n| < k$

2.12 *Risk* (Risiko)

Risiko adalah tingkat penyebaran nilai dalam sebuah distribusi di sekitar nilai rata-ratanya, yang berarti makin besar tingkat penyebarannya, akan makin besar risikonya. Joel G dan Jae.K mendifinisikan risiko pada tiga hal (1) risiko adalah suatu keadaan yang mengarah pada sekumpulan hasil khusus, ketika hasilnya diperoleh dengan kemungkinan yang telah diketahui oleh pengambil keputusan. (2) risiko adalah variansi dalam keuntungan, penjualan, atau variabel keuangan lainnya. (3) risiko adalah kemungkinan dari sebuah masalah keuangan yang memengaruhi kinerja operasi perusahaan atau posisi keuangan seperti risiko ekonomi, ketidak pastian politik, dan masalah industri (Suryanto, 2019).

2.13 *Return*

Return merupakan pengambilan sebuah hasil atas sebuah surat berharga atau investasi yang biasa dinyatakan dalam bentuk sebuah tingkat persentase (%). Sebagaimana dijelaskan oleh wahyudi dalam (Trisnawati, 2013) yang menjelaskan bahwa Return merupakan keuntungan yang dinikmati investor atas investasi yang dilakukan. Tujuan investor dalam melakukan investasi adalah untuk memperoleh suatu keuntungan (*Return*), dan pada kenyataannya tingkat keuntungan investor tidak selalu sama dengan tingkat *return* (keuntungan). Hal tersebut dikarenakan terhadap adanya risiko kemungkinan ada penyimpangan terhadap tingkat keuntungan antara keuntungan yang sebenarnya dengan keuntungan yang diharapkan sebelumnya. Oleh karena itu dalam berinvestasi seorang investor harus lebih memperhatikan tingkat keuntungan maupun juga memperhatikan tingkat risiko yang akan di alami dalam berinvestasi. Menurut kamus besar bahasa Indonesia (Susilo, 2009) menjelaskan bahwa risiko adalah penyimpangan antara keuntungan yang diharapkan dengan keuntungan yang sebenarnya. Dari pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa *return* adalah tingkat pengembalian atau keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan atau pun individu atas sejumlah dana dari investasi yang dilakukannya. Besarnya *return* dapat menggunakan rumus simpel *return* dengan waktu t dan $t-1$ berikut:

$$R_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \tag{2.30}$$

Dengan

R_t adalah *return* pada periode t

p_t adalah nilai premi pada periode t

p_{t-1} adalah nilai premi sebelum bulan ke t

Risiko dan *return* merupakan kondisi yang dialami oleh perusahaan, institusi, dan individu dalam keputusan investasi yaitu baik kerugian atau keuntungan dalam suatu periode. Dalam dunia investasi dikenal adanya hubungan kuat antara dalam suatu risiko dan *return*, yaitu jika risiko tinggi maka *return* atau keuntungan juga akan tinggi, begitu juga sebaliknya jika hasil *return* rendah maka risiko juga akan rendah. Bentuk hubungan antara risiko dan *return*, antara lain:

(1) bersifat linear atau searah.

(2) semakin tinggi *return*, semakin tinggi pula risiko.

(3) semakin besar aset yang di tempatkan dalam keputusan investasi, semakin besar pula risiko yang timbul dari investasi tersebut.

Contoh 2.1

Hasyim Membeli sebuah polis asuransi pada tahun 2020, Premi bulan pertama yang Hasyim bayarkan senilai Rp.3.390.000. Kemudian pada bulan berikutnya Hasyim membayar kembali premi sebesar Rp.9.930.000. Berapa *return* yang diperoleh oleh Hasyim?

Penyelesaian :

Dapat dilihat pada (2.30), maka *return* yang akan diperoleh oleh Hasyim adalah

$$\begin{aligned} R_t &= \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \\ &= \frac{(Rp.9.930.000 - Rp.3.390.000)}{Rp.3.390.000} \\ &= \frac{Rp.6.540.000}{Rp.3.390.000} \\ &= Rp.1,929203 \end{aligned}$$

2.14 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dapat didefinisikan sebagai teknik sampling (memilih sebagian populasi kecil dari populasi yang lebih besar) statistik yang digunakan untuk memperkirakan solusi untuk masalah kuantitatif. Metode Monte Carlo adalah metode analisis numerik yang melibatkan pengambilan sampel eksperimental acak. Salah satu model simulasi pengendalian persediaan yang paling populer adalah simulasi Monte Carlo. Model simulasi Monte Carlo adalah suatu bentuk simulasi probabilistik di mana solusi suatu masalah diberikan berdasarkan proses pengacakan Proses acak ini mencakup distribusi probabilitas variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data di atas dan probabilitas teoritis distribusi. Angka acak digunakan untuk menggambarkan kejadian acak dan berurutan mengikuti perubahan yang terjadi pada proses simulasi. Monte Carlo digunakan untuk menentukan ramalan permintaan.Langkah-langkah utama dalam simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Menentukan distribusi probabilitas yang diketahui untuk data tertentu yang diperoleh dari kumpulan data di masa lalu.Selain menggunakan data historis,

distribusi probabilitas juga dapat ditentukan dari distribusi normal dan. Itu tergantung pada jenis apa yang diamati. Variabel yang digunakan dalam simulasi harus diatur untukdistribusi kemungkinan.

2. Ubah distribusi probabilitas menjadi bentuk frekuensi kumulatif. Distribusi probabilitas kumulatif digunakan sebagai dasar untuk mengelompokkan interval-interval bilangan acak.
3. Jalankan proses simulasi dengan angka acak. Angka acak diklasifikasikan menurut rentang distribusi probabilitas kumulatif daridari variabel yang digunakan dalam simulasi. Faktor yang tidak pasti sering digunakanbilangan acak untuk menggambarkan kondisi sebenarnya. Urutan proses simulasi dengannomor acak memberikan gambaran tentang variasi yang sebenarnya. Ada banyak cara untuk mendapatkan angka acak, yaitu menggunakan tabel angka acak, kalkulator, komputer, dll.
4. Analisis hasil simulasi sebagai masukan untuk alternatif pemecahan masalah dan perumusan kebijakan (Ivo dkk, 2022).

2.15 *Value at Risk* (VaR)

Secara umum, *Value at Risk* (VaR) didefinisikan sebagai nilai harapan rugi maksimum (*maximum expected loss*) dari nilai aset atau saham pada suatu periode tertentu dan pada tingkat kepercayaan tertentu (Gilli & Kellezi, 2006). *Value at Risk* (VaR) merupakan konsep perhitungan risiko yang dikembangkan dari konsep kurva normal. Terdapat dua jenis nilai *Value at Risk* (VaR), yaitu *Value at Risk* (VaR) bernilai posistif dan *Value at Risk* (VaR) bernilai negatif. *Value at Risk* (VaR) yang bernilai positif menunjukkan bahwa perusahaan mendapatkan keuntungan dari kegiatan investasi saham, sedangkan *Value at Risk* (VaR) bernilai negatif menunjukkan bahwa perusahaan mengalami kerugian dalam berinvestasi. *Value at Risk* (VaR) dapat menjawab seberapa besar kerugian investor dapat terjadi dengan probabilitas *X%* dalam waktu yang telah ditentukan. *Value at Risk* (VaR) mengukur jumlah risiko maksimum yang akan mereka terima (Jorion, 2007). Berikut adalah persamaan menentukan *Value at Risk* (VaR) dengan Simulasi Monte Carlo:

$$VaR = \mu - (\alpha \times \sigma) \tag{2.31}$$

Dengan:

VaR adalah potensi kerugian maksimal

μ adalah besar rata-rata nilai *return*

α adalah tingkat kepercayaan

σ adalah standar deviasi

Adapun persamaan yang dipakai dalam perhitungan nilai VaR dilakukan berdasarkan persamaan berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = \hat{\hat{\mu}} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{k}}\left[\left(\frac{n}{N_u}p\right)^{-k} - 1\right] \quad (2.32)$$

Dengan:

$VaR_{(1-\alpha)}$ adalah *Value at Risk* pada tingkat signifikasi $1-\alpha$ yang menggambarkan kerugian maksimum yang mungkin terjadi dalam periode tertentu dengan tingkat kepercayaan tetentu

$\hat{\mu}$ adalah estimasi dari lokasi parameter yang merupakan nilai rata-rata atau nilai tengah dari data kerugian yang diamati

$\hat{\sigma}$ adalah estimasi dari parameter skala yang mengukur seberapa besar penyebaran dari distribusi kerugian

k parameter bentuk (*shape* parameter) dari distribusi pareto

n adalah jumlah total data pengamatan yang digunakan dalam analisis

N_u adalah jumlah data yang melebihi ambang batas tertentu *(threshold)*

p adalah tingkat probabilitas dari VaR yang ingin dihitung atau peluang bahwa kerugian tidak akan melebihi VaR dalam periode tertentu

2.16 *Conditional Tail Expectation* (CTE)

VaR hanya mengukur kuantil dari distribusi kerugian tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat VaR sehingga diperlukan metode untuk mengatasi kelemahan dari VaR tersebut yaitu menggunakan ukuran risiko *Conditional Tail Expectation* (CTE). *Conditional Tail Expectation* (CTE) memberikan informasi mengenai seberapa besar risiko yang harus ditanggung perusahaan jika kejadian – kejadian dengan kerugian diatas *Value at Risk* (VaR) benar – benar terjadi. *Value at Risk* (VaR) merupakan suatu pengukuran risiko yang dilakukan dengan memperkirakan potensi maksimum kerugian yang mungkin terjadi dengan suatu taraf kepercayaan tertentu yang dinotasikan dengan α . Sama halnya dengan *Value at Risk* (VaR), *Conditional Tail Expectation* (CTE) juga didefinisikan pada taraf kepercayaan α , dengan $0 \le \alpha \le 1$.

Misalkan X suatu variabel acak dan α sebagai taraf kepercayaan. *Conditional Tail Expectation* (CTE) didefinisikan sebagai berikut

$$CTE_\alpha(\mathrm{X}) = \frac{1}{1-\alpha}\int_\alpha^1 F_x^{-1}(p)dp \tag{2.33}$$

Keistimewaan dari *Conditional Tail Expectation* (CTE) adalah memiliki beberapa bentuk persamaan yang berbeda sehingga dapat diterapkan pada situasi yang berbeda pula. Rockafellar dan Uryasey (2000) dan Pflug (2000) mendefinisikan *Conditional Tail Expectation* (CTE) dalam bentuk infimum sebagai berikut:

$$CTE_\alpha(X) = \inf_{q \in R} q + \frac{1}{1-\alpha} E(X-q) \tag{2.34}$$

Selain bentuk infimum, *Conditional Tail Expectation* (CTE) juga memiliki bentuk representasi dual dengan persamaan sebagai berikut:

$$CTE_\alpha(X) = \sup\left\{E(XY) : 0 \le Y \le (1-\alpha)^{-1}, \mathrm{E(Y)} = 1\right\} \tag{2.35}$$

Definisi 2.6 : (Nadya, dkk, 2020)

Jika X dinotasikan sebagai variabel acak kerugian, *Conditional Tail Expectation* (CTE) dari X pada $100\alpha\%$ tingkat kepercayaan, dinotasikan $CTE_\alpha[\mathrm{X}]$ merupakan perkiraan kerugian yang melebihi persentil ke-100α (atau kuantil) dari distribusi X. Maka persamaannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$CTE_\alpha[X] = E[X \mid X > VaR_\alpha] \tag{2.36}$$

2.17 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nadya Pratiwi, A., dkk., (2020) membahas mengenai perhitungan ukuran risiko untuk model kerugian agregat.

Pada penelitian tersebut membahas tentang perusahan asuransi yang memiliki potensi kerugian jika klaim yang diajukan oleh pemegang polis lebih besar dari cadangan klaim yang dianggarkan oleh perusahaan asuransi. Pada penelitian tersebut dinyatakan bahwa perhitungan risiko dilakukan untuk dikelola agar perusahaan asuransi tidak mengalami kerugian.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, K. (2007). Asuransi Syariah. *Halal dan Maslahat*, Tiga Serangkai, Solo.

Belkema and de Haan, P. (1974). Residual Life Time at Great Age. *The Annals of Probability*, 2(5), 792-804.

Chopra, M. (2016). Supply Chain Management. *Strategy planning and Operation*, No.6.

Djordjevie I, P. D. (2019). A Fuzzy Linear Programming Model for Aggregated Production Planning (APP) in the Automotive Industry. *Journal Computers in Industry*, 110:48-63.

Erizal, M. R. (2021). Simulasi Pemodelan Peluang Kebangkrutan (RUIN PROBABILITY) Perusahaan Asuransi Dengan Pendapatan Premi dan Beban Klaim. *Insurance Business Journal*, Vol.8, No.1.

Gilli, M. K. (2006). An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. *Jurnal Computation Economics*, 27(1), 1-23.

Ilmma, A. (2009). Taksiran Maksimum Likelihood Pada Model Persamaan Struktural Nonlinear. *Jurnal Matematika Sains*, 18-19.

Indonesia, R. (2014). Undang-Undang (UU) Nomor 40 Tahun 2014 Tentang Perasuransian. *Undang-Undang (UU)*, Peraturan Perundang-undangan, Jakarta, 17 Oktober 2014.

Ivo, K. N. (2022). Simulasi Monte Carlo Dalam Memprediksi Jumlah Pengiriman dan Total Pendapatan. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.17, No.2.

Joel G. Siegel, J. K. (1999). *Kamus Istilah Akuntansi.* Jakarta: Elex Media Komputindo.

Jorion, P. (2007). *Value at Risk; The New Benckmark for Managing Financial Risk.* Third Edition. New York: McGraw-Hill Cimpanies.

Mandur, K. (2011). PENENTUAN PREMI BERSIH DAN PREMI KOTOR PADA ASURANSI JIWA. *Jurnal Pendidikan Matematika*, Hal. 22-27.

Manurung, T. (2011). Model Compounds Dalam Menghitung Aggregate Loss. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 87-88.

Mehdizadeh E, N. S. (2018). A BI-OBJECTIVE AGGREGATE PRODUCTION PLANNING PROBLEM WITH LEARNING EFFECT AND MACHINE DETERIORETION: MODELING AND SOLUTION. *Journal Computers and Operations Research*, 91:21-36.

Montgomery, D. C. (2018). Applied Statistics and Probability for Engineers. (J. W. Sons, Interviewer)

Mubtadiah, L. (2011). Estimasi Parameter Model Regresi Spasial Error Dengan Metode Maximum Likelihood Estimation. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, Hal.11-12.

Pebriyanti, L. (2011). Peluang Kebangkrutan Dalam Asuransi Kerugian. *Jurnal Matematika*, Hal. 9-12.

Pflug, C. G. (2000). *Some Remarks on The Value at Risk and The Conditional Value at Risk.* New York: Kluwer Academic Publisher, Dordrect.

Pratiwi, N. A. (2020). Perhitungan Ukuran Risiko Untuk Model Kerugian Agregat. *Jurnal Matematika Murni dan Terapan*, Vol.14, No.1, Hal.21-32.

Rado Yendra, E. T. (2015). PERBANDINGAN ESTIMASI PARAMETER PADA DISTRIBUSI ESKPONENSIAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE MAKSIMUM LIKELIHOOD DAN METODE BAYESIAN. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, Vol.1, No.2.

Sembiring, R. (1986). *BUKU MATERI POKOK ASURANSI I.* Jakarta: Depdikbud, Universitas Terbuka.

Sendra. (2009). *BADAN MEDIASI ASURANSI INDONESIA* . Jakarta: Perpustakaan UI, Universitas Indonesia.

Septiadi, E. M. (2021). Simulasi Pemodelan Peluang Kebangkrutan (Ruin Probability) Perusahaan Asuransi Dengan Analisis Pendapatan Premi Dan Klaim. *Insurance Business Journal*, Vol.8, No.1.

Suryanto. (2019). *Manajemen Risiko dan Asuransi.* Tangerang Selatan, Banten-Indonesia: PT. Raja Grafindo Persada.

Susilo, B. (2009). *Pasar Modal MekanismePerdagangan Saham, Analisis Sekuritas dan Startegi Investasi di B.E.I.* Yogtakarta: UPP STIM YKPN Yogyakarta.

Trisnawati, W. (2013). Pengaruh Arus Kas Operasi, Investasi, dan Pendanaan Serta Laba Bersih Terhadap Return Saham. *Jurnal Ilmu dan Riset Akuntansi*, Hal.77-92.

Yendra, E. T. (2015). Perbandingan Estimasi Parameter Berdistribusi Eksponensial Menggunakan Metode Maximum Likelihood dan Metode Bayesian. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, Vol.1, No.2.