

Pemodelan Klaim Asuransi Menggunakan Distribusi Mixture Exponential

Cornelia Regina Sinta Maharani¹, Deni Saepudin², Aniq Atiqi Rohmawati³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹sintamahara@students.telkomuniversity.ac.id, ²denisaepudin@telkomuniversity.ac.id,

³aniqatiqi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Klaim asuransi adalah permintaan resmi kepada perusahaan asuransi untuk meminta pembayaran atas musibah yang tidak terduga. Klaim asuransi tidak dapat diperhitungkan secara pasti dan membuat perusahaan asuransi rentan mengalami kerugian. Maka diperlukan model klaim asuransi untuk mengatasi masalah tersebut. Model klaim yang diperoleh dapat digunakan untuk mengukur risiko kerugian perusahaan. Dalam penelitian sebelumnya yang memodelkan risiko asuransi dengan *Exponential*, menunjukkan bahwa model memiliki risiko tinggi. Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai model *Mixture Exponential* untuk memperbaiki model *Exponential*. Pada model *Exponential* terdapat satu parameter lambda. Untuk memperbaiki estimasi parameter distribusi, dilakukan penambahan sehingga terdapat dua parameter lambda pada model *Mixture Exponential*. Hasil Tugas Akhir menunjukkan bahwa model *Mixture Exponential* lebih baik karena memiliki nilai VaR lebih besar dan pelanggaran yang lebih sedikit dibandingkan dengan model *Exponential*.

Kata kunci : klaim asuransi, model mixture exponential, VaR

Abstract

Insurance claims are formal requests to insurance companies to request payment for unexpected misadventure. Insurance claims cannot be calculated with certainty and make insurance companies vulnerable to losses. Then an insurance claim model is needed to overcome the problem. The claim model obtained can be used to measure the risk of corporate losses. In a previous study that modeled insurance risk with *Exponential*, it showed that the model had a high risk. In this Final Project we will discuss the *Exponential Mixture* model to improve the *Exponential* model. In the *Exponential* model there is one lambda parameter. To improve the estimation of distribution parameters, an addition is made so that there are two lambda parameters in the *Exponential Mixture* model. The Final Project results show that the *Exponential Mixture* model is better because it has a greater VaR value and fewer violations compared to the *Exponential* model.

Keyword : insurance claim, mixture exponential model, VaR

1. Pendahuluan Latar Belakang

Makin banyak masyarakat yang menyadari pentingnya berasuransi. Beragam asuransi yang ditawarkan perusahaan asuransi, diantaranya asuransi jiwa, asuransi kesehatan, dan asuransi kendaraan. Perlindungan asuransi akan diberikan jika pemegang polis mengalami hal tak terduga, seperti kecelakaan bagi pemegang polis asuransi kendaraan, atau kematian bagi pemegang polis asuransi jiwa. Klaim asuransi adalah permintaan resmi kepada perusahaan asuransi, untuk meminta pembayaran atas musibah yang tidak terduga [1]. Namun, klaim asuransi tidak dapat diperhitungkan secara pasti dan membuat perusahaan asuransi rentan mengalami kerugian. Terutama bagi perusahaan asuransi yang memiliki banyak peserta, hal tersebut membuat kemungkinan klaim yang besar dan risiko kerugian meningkat. Melihat permasalahan ini, diperlukan model klaim asuransi untuk mengatasi masalah tersebut. Model klaim yang diperoleh dapat digunakan untuk mengukur risiko kerugian perusahaan.

Terdapat beberapa cara dalam memodelkan besar klaim asuransi, salah satunya memakai *time series* untuk memodelkan klaim dari waktu ke waktu. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Gerber (1982), dan Cummins (1985) telah memperkenalkan *time series* untuk memodelkan klaim asuransi. Kemudian Jaffarus (2012) melakukan penelitian yang mengukur risiko klaim asuransi menggunakan metode *Generalized Extreme Value* dan *Generalized Pareto Distribution* [2]. Dalam penelitian Claudia (2007) yang memodelkan risiko asuransi dengan *Exponential*, menunjukkan bahwa model memiliki risiko tinggi [3]. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai model *Mixture Exponential* untuk memperbaiki model *Exponential*.

Pada model *Exponential* terdapat satu parameter lambda. Untuk memperbaiki estimasi parameter distribusi, dilakukan penambahan sehingga terdapat dua parameter lambda pada model *Mixture Exponential*.

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah memodelkan data klaim asuransi menggunakan distribusi *Mixture Exponential*. Data klaim asuransi cenderung memiliki ekor tebal yang memungkinkan adanya risiko. Penggunaan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) untuk menaksir parameter distribusi *Mixture Exponential*. Kemudian data dihitung nilai *Value-at-Risk* dan menentukan banyak pelanggaran yang terjadi menggunakan *VaR Violation*. Data yang digunakan adalah besar pengajuan klaim asuransi kesehatan khusus sinusitis akut pada perusahaan S berjumlah 568 data, antara 6 Juli 2013 sampai 15 Desember 2014.

Topik dan Batasannya

Masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana cara memodelkan data klaim asuransi menggunakan *Mixture Exponential*. Model *Mixture* adalah gabungan beberapa distribusi yang digunakan untuk memodelkan data yang populasinya tersusun dari beberapa sub-populasi. Selain itu, bagaimana cara menentukan nilai *Value-at-Risk* dan banyak pelanggaran klaim asuransi berdasarkan model *Mixture Exponential*. *Value-at-Risk* (VaR) adalah kerugian yang dapat ditoleransi dengan tingkat kepercayaan tertentu.

Batasan pekerjaan dalam Tugas Akhir ini diantaranya jumlah data klaim harian asuransi kesehatan khusus sinusitis akut pada perusahaan S yang relatif sedikit, yaitu 568 buah sehingga mempengaruhi hasil akurasi model *Mixture Exponential*.

Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk memodelkan data klaim asuransi menggunakan *Mixture Exponential*. Data yang digunakan adalah data besar klaim asuransi kesehatan khusus sinusitis akut pada perusahaan S berjumlah 568 data, antara 6 Juli 2013 sampai 15 Desember 2014. Lalu, tujuan kedua dari Tugas Akhir ini adalah untuk menentukan nilai *Value-at-Risk* dan banyak pelanggaran klaim asuransi berdasarkan model *Mixture Exponential*. Perbandingan nilai *VaR Violation* dari model *Exponential* dan *Mixture Exponential* dilakukan untuk mengetahui perbandingan pelanggaran VaR yang terjadi.

Organisasi Tulisan

Selanjutnya pada bab 2 akan dibahas mengenai Studi terkait, meliputi Model *Mixture Exponential*, *Maximum Likelihood Estimation*, Uji Hipotesis dan *Value-at-Risk*. Pada bab 3 akan dibahas Sistem yang Dibangun. Pada bab 4 akan dibahas hasil dan analisis pengujian, meliputi Estimasi Parameter, *Data Fitting*, dan *Value-at-Risk*. Pada bab 5 akan dibahas mengenai Kesimpulan dan Saran.

2. Studi Terkait

2.1 Model *Mixture Exponential*

Model *Mixture* adalah gabungan beberapa distribusi yang digunakan untuk memodelkan data yang populasinya tersusun dari beberapa sub-populasi [4]. Tugas akhir ini menggunakan model *Mixture Exponential*.

Fungsi kepadatan peluang dari *Exponential* [5] :

$$f(x; \lambda, \gamma, \sigma) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & , x \leq u \\ e^{-\lambda u} g_u(x; \gamma, \sigma) & , x > u \end{cases} \quad (2.1)$$

Fungsi kepadatan peluang dari *Mixture Exponential* [5]:

$$f(x; p, \lambda_1, \lambda_2, \gamma, \sigma) = \begin{cases} p\lambda_1 e^{-\lambda_1 x} + (1-p)\lambda_2 e^{-\lambda_2 x} & , x \leq u \\ (pe^{-\lambda_1 u} + (1-p)e^{-\lambda_2 u})g_u(x; \gamma, \sigma) & , x > u \end{cases} \quad (2.2)$$

Dengan perhitungan g_u dan u sebagai berikut. Fungsi kepadatan peluang dari *Generalized Pareto Distribution* (GPD) [5]:

$$g_u(x; \gamma, \sigma) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\gamma(x-u)}{\sigma} \right]^{-1/\gamma+1} & , \gamma \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp \left\{ -\frac{x-u}{\sigma} \right\} & , \gamma = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Nilai threshold u [5]:

$$u = x_{(N-k)} \text{ dengan } k = \lfloor N/4 \rfloor \quad (2.4)$$

Keterangan :

g_u = PDF distribusi pareto

u = threshold

γ = parameter bentuk

σ = parameter skala

x = data klaim

p = fungsi distribusi

λ = mean untuk fungsi x

2.2 Maximum Likelihood Estimation

Dalam model *Exponential* dan *Mixture Exponential*, diperlukan parameter $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, u, \gamma$ dan σ . Parameter tersebut diestimasi menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE diperkenalkan oleh R.A. Fisher (1912-1922) untuk menaksir parameter dengan memaksimalkan fungsi likelihood [6].

Fungsi likelihood untuk fungsi kepadatan peluang dari *Exponential* :

$$L(\lambda; x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \lambda e^{-\lambda x_i} \quad (2.5)$$

Fungsi likelihood untuk fungsi kepadatan peluang dari *Mixture Exponential* :

$$L(\lambda_1, \lambda_2; x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n p \lambda_1 e^{-\lambda_1 x_i} (1-p) \lambda_2 e^{-\lambda_2 x_i} \quad (2.6)$$

Fungsi likelihood untuk fungsi kepadatan peluang dari *Generalized Pareto Distribution*, dengan $\gamma \neq 0$:

$$L(u, \gamma, \sigma | x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{\sigma^n} \prod_{i=1}^n \left[1 + \frac{\gamma(x_i - u)}{\sigma} \right]^{-(1/\gamma+1)} \quad (2.7)$$

Keterangan :

u = threshold

γ = parameter bentuk

σ = parameter skala

x = data klaim

p = fungsi distribusi

λ = mean untuk fungsi x

L = fungsi likelihood

2.3 Uji Hipotesis

Data klaim asuransi diperiksa untuk mengetahui data berdistribusi *Mixture Exponential* atau tidak. Salah satu cara untuk menguji kecocokan fungsi distribusi suatu data, yaitu Uji Kolmogorov Smirnov (KS). Konsep dari uji Kolmogorov Smirnov adalah membandingkan distribusi data yang akan diuji dengan distribusi eksponensial yang baku [7]. Signifikansi metode KS menggunakan tabel pembandingan yaitu tabel KS. Uji hipotesis didapatkan dari :

$$T \text{ hitung} = \min |FT - FS|$$

$T \text{ hitung}$: nilai minimum untuk semua X dari mutlak beda $F(X) - S(X)$

$F(X)$: Fungsi peluang kumulatif *Mixture Exponential*

$S(X)$: Frekuensi kumulatif masing-masing X_i dibagi dengan jumlah data

α : Taraf signifikansi

Kriteria Uji

H_0 ditolak jika $T \text{ hitung} > W_{1-\alpha}$. $W_{1-\alpha}$ merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel Kolmogorov Smirnov [9].

2.3.1 Uji Hipotesis Distribusi *Exponential*

Hipotesis :

H_0 : data berdistribusi *Exponential*

H_1 : data bukan berdistribusi *Exponential*

Hasil Uji:

Untuk taraf signifikansi $\alpha=1\%$ diperoleh :

$T_{hitung}=2.7865 > W_{1-\alpha}=0.078858$ untuk $x \leq u$ dan $T_{hitung}=0.0103 < W_{1-\alpha}=0.136587$ untuk $x > u$. Sehingga H_0 ditolak dan disimpulkan bahwa data bukan berdistribusi *Exponential*.

2.3.2 Uji Hipotesis Distribusi *Mixture Exponential*

Hipotesis :

H_0 : data berdistribusi *Mixture Exponential*

H_1 : data bukan berdistribusi *Mixture Exponential*

Hasil Uji:

Untuk taraf signifikansi $\alpha=1\%$ diperoleh :

$T_{hitung}=0.0025 < W_{1-\alpha}=0.078858$ untuk $x \leq u$ dan $T_{hitung}=0.0114 < W_{1-\alpha}=0.136587$ untuk $x > u$. Sehingga H_0 tidak ditolak dan disimpulkan bahwa data berdistribusi *Mixture Exponential*.

2.4 Value-at-Risk

Value-at-Risk (VaR) adalah alat untuk mengukur kerugian terburuk yang akan terjadi di masa yang akan datang dengan tidak melebihi tingkat kepercayaan yang dipilih [9]. Parameter pada model *Exponential* dan *Mixture Exponential* perlu diketahui untuk memprediksi VaR kerugian.

Untuk mencari VaR dari nilai yang melebihi threshold, digunakan pendekatan GPD dari persamaan (2.3). $F(x)$ adalah distribusi nilai total loss x dan u adalah nilai threshold. Sehingga nilai Excess Over Threshold (EOT) adalah $x-u$. Diberikan $F_u(y)$ adalah distribusi untuk EOT y , maka untuk $x > u$:

$$F_u(y) = \frac{P(X - u | X > u)}{P(X > u)} = \frac{F(y + u) - F(u)}{1 - F(u)} \quad (2.8)$$

Nilai $F(u)$ akan mendekati $\frac{Nu}{n}$ untuk threshold u yang sangat besar, dengan N_u adalah jumlah data yang melebihi threshold. Sedangkan nilai $F_u(y)$ adalah fungsi peluang kumulatif distribusi GPD dengan $\gamma \neq 0$, yaitu $G_u = 1 - \left(1 + \gamma \frac{(x-u)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}$. Maka didapatkan:

$$F(y + u) = 1 - \frac{Nu}{n} \left(1 + \gamma \frac{(x-u)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (2.9)$$

Nilai invers dari F :

$$F^{-1}(\alpha) = VaR_\alpha = u + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\gamma}} \left(\left(\frac{n}{N_u} (1 - \alpha) \right)^{-\hat{\gamma}} - 1 \right) \quad (2.10)$$

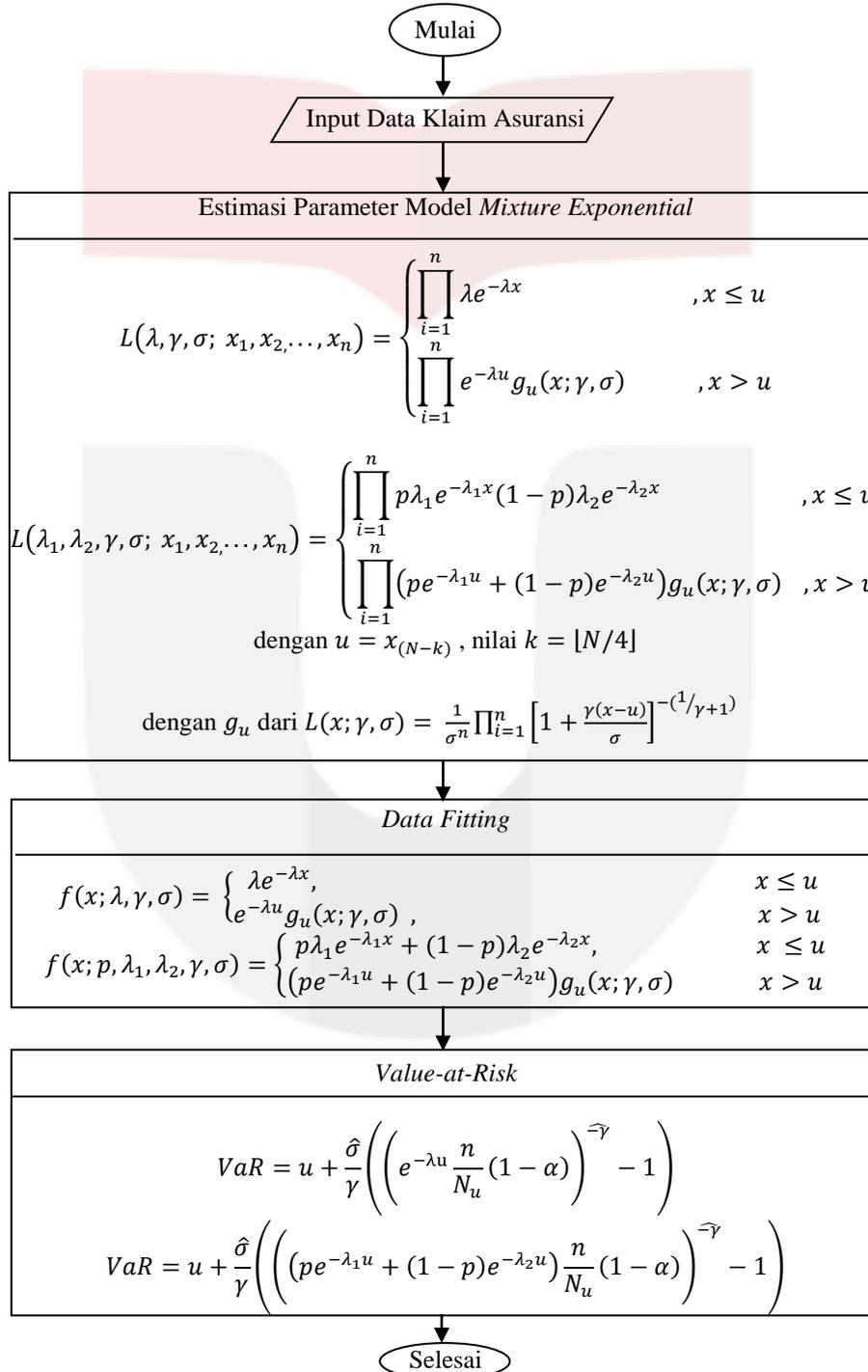
Kemudian nilai VaR GPD digunakan dalam model *Exponential* dan *Mixture Exponential* untuk $x > u$ pada persamaan (2.1) dan (2.2) sehingga diperoleh [10]:

$$VaR_\alpha = u + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\gamma}} \left(\left(e^{-\lambda u} \frac{n}{N_u} (1 - \alpha) \right)^{-\hat{\gamma}} - 1 \right) \quad (2.11)$$

$$VaR_\alpha = u + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\gamma}} \left(\left((pe^{-\lambda_1 u} + (1+p)e^{\lambda_2 u}) \frac{n}{N_u} (1 - \alpha) \right)^{-\hat{\gamma}} - 1 \right) \quad (2.12)$$

Keterangan :
 u = threshold
 γ = parameter bentuk
 σ = parameter skala
 p = fungsi distribusi
 λ = mean untuk fungsi x
 α = tingkat kepercayaan
 n = banyak data
 Nu = banyak data yang melebihi threshold

3. Sistem yang Dibangun



Gambar 3.1 Flowchart Sistem Kerja menggunakan distribusi *Mixture Exponential*

Keterangan :

- Data yang digunakan adalah data besar klaim asuransi kesehatan khusus sinusitis akut pada perusahaan S berjumlah 568 data, antara 6 Juli 2013 sampai 15 Desember 2014. Data diurutkan dari yang terkecil dan diskalakan dengan membagi seluruh data dengan data terbesar.
- Dalam model *Exponential* dan *Mixture Exponential*, diperlukan parameter $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, u, \gamma,$ dan σ . Nilai parameter tersebut diestimasi menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* pada persamaan (2.5), (2.6),(2.7), dan (2.4).
- Kemudian melakukan *Data Fitting*, yaitu memodelkan fungsi kepadatan peluang dari *Exponential* dan *Mixture Exponential* terhadap data klaim berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2).
- Perhitungan nilai *Value-at-Risk* (VaR) berdasarkan persamaan (2.11) dan (2.12) menggunakan parameter model *Exponential* dan *Mixture Exponential* dan menentukan pelanggaran atau data yang melebihi nilai VaR menggunakan metode *VaR Violation*.

4. Evaluasi

Tabel 1. Estimasi parameter model *Exponential* dan *Mixture Exponential*

Ket	Exponential		Mixture Exponential	
	Parameter	Hasil	Parameter	Hasil
$x \leq u$	λ	7.35	λ_1	10.8595
			λ_2	2.7753
$x > u$	λ	-0.1	λ_1	-0.1438
			λ_2	1.2703

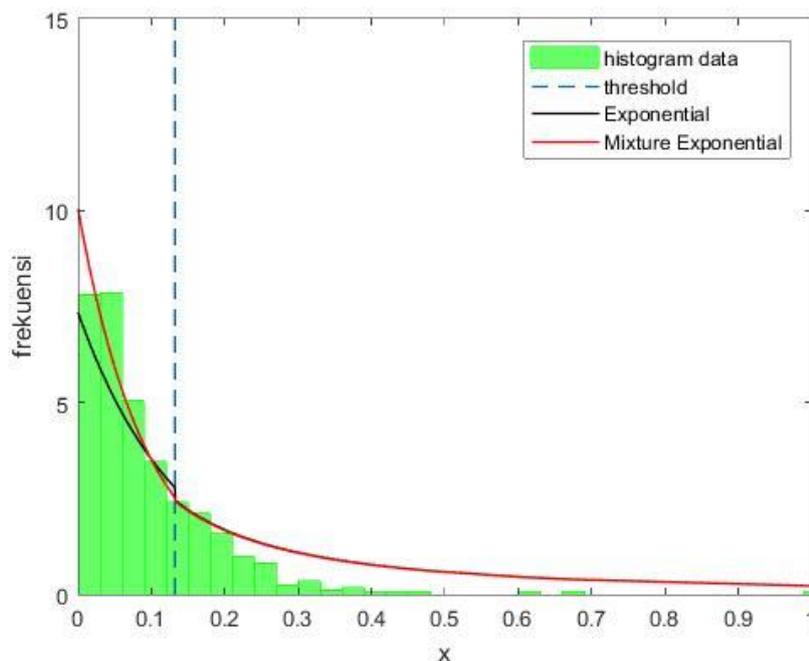
Tabel 2. Estimasi *threshold u*

$k = \lfloor N/4 \rfloor$	$N - k$	$u = x_{(N-k)}$
142	426	0.131958383

Tabel 3. Estimasi parameter GPD

Parameter GPD	Hasil Estimasi
γ	1.5719
σ	0.4125

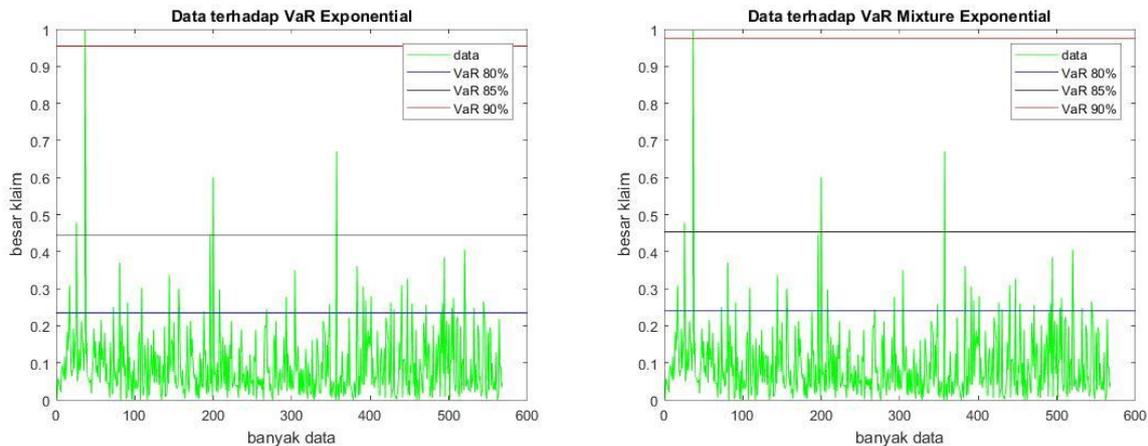
Gambar 1. Curve Fitting distribusi *Exponential* dan *Mixture Exponential*



Tabel 4. Nilai VaR model Exponential dan Mixture Exponential

Tingkat Kepercayaan	VaR	
	Exponential	Mixture Exponential
80%	0.2346	0.2412
85%	0.4433	0.4536
90%	0.9547	0.9743

Gambar 2. Perbandingan nilai VaR model Exponential dan Mixture Exponential



Tabel 5. VaR Violation model Exponential dan Mixture Exponential

Tingkat Kepercayaan	banyak pelanggaran VaR		Persentase pelanggaran VaR	
	Exponential	Mixture Exponential	Exponential	Mixture Exponential
80%	37	35	$\frac{37}{568} \times 100\% = 6.5141\%$	$\frac{35}{568} \times 100\% = 6.162\%$
85%	5	4	$\frac{5}{568} \times 100\% = 0.8803\%$	$\frac{4}{568} \times 100\% = 0.7042\%$
90%	1	1	$\frac{1}{568} \times 100\% = 0.1761\%$	$\frac{1}{568} \times 100\% = 0.1761\%$

Penggunaan *Maximum Likelihood Estimation* untuk estimasi parameter. Tabel 1 menunjukkan estimasi parameter λ, λ_1 , dan λ_2 untuk model *Exponential* dan *Mixture Exponential*, dengan $N=568$ dan inialisasi nilai $p=0.9$. Nilai estimasi parameter *Exponential*, yaitu λ untuk $x \leq u$ sebesar 7.35 dan nilai λ untuk $x > u$ sebesar -0.1. Untuk estimasi parameter *Mixture Exponential*, yaitu λ_1 dan λ_2 untuk $x \leq u$ sebesar 10.8595 dan 2.7753. Sedangkan nilai λ_1 dan λ_2 untuk $x > u$ sebesar -0.1438 dan 1.2703. Diperlukan nilai estimasi parameter *threshold* u yang digunakan untuk model *Exponential* dan *Mixture Exponential* dari Tabel 2 dan diperoleh $u=0.131958383$. Untuk model *Exponential* dan *Mixture Exponential* dengan $x > u$ diperlukan nilai estimasi parameter γ dan σ . Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai $\gamma = 1.5719$ dan $\sigma = 0.4125$.

Setelah mendapat hasil estimasi parameter $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, u, \gamma$ dan σ , maka diperoleh fungsi kepadatan peluang model *Exponential* dan *Mixture Exponential*. Gambar 1 merupakan kurva dari data *fitting* dan menunjukkan bahwa model *Mixture Exponential* lebih cocok dibandingkan dengan model *Exponential* karena kurva berwarna merah lebih mendekati batang histogram dibanding dengan kurva berwarna hitam. Pada data x lebih dari *threshold*, menunjukkan kurva merah dan hitam saling berhimpitan. Area di bawah kurva hitam adalah 1.2, sedangkan area di bawah kurva merah adalah 1.3. Uji hipotesis distribusi *Exponential* untuk taraf signifikansi $\alpha= 1\%$ diperoleh $T \text{ hitung} = 2.7865 > W_{1-\alpha} = 0.078858$ untuk $x \leq u$ dan $T \text{ hitung} = 0.0103 < W_{1-\alpha} = 0.136587$ untuk $x > u$. Sehingga H_0 ditolak dan disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi *Exponential*. Uji hipotesis distribusi *Mixture Exponential* untuk taraf signifikansi $\alpha= 1\%$ diperoleh $T \text{ hitung} = 0.0025 < W_{1-\alpha} = 0.078858$ untuk $x \leq u$ dan $T \text{ hitung} = 0.0114 < W_{1-\alpha} = 0.136587$ untuk $x > u$. Sehingga H_0 diterima dan disimpulkan bahwa data berdistribusi *Mixture Exponential*.

Dari model klaim asuransi yang sudah diperoleh, kemudian dimanfaatkan untuk menghitung kemungkinan risiko yang akan terjadi menggunakan *Value-at-Risk* (VaR). Tabel 4 menunjukkan nilai VaR dengan tingkat kepercayaan 80%, 85%, dan 90%. Nilai VaR untuk model *Exponential* dengan tingkat kepercayaan 80% adalah 0.2346. Hal ini menandakan bahwa 80% dari jumlah keseluruhan data berada di bawah angka 0.2346. Hal tersebut berlaku untuk nilai VaR lainnya. Pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai VaR model

Mixture Exponential lebih besar dibandingkan dengan VaR model *Exponential*. Sehingga jumlah keseluruhan data yang berada di bawah VaR model *Mixture Exponential* lebih banyak daripada model *Exponential*.

Klaim yang besar dapat dikategorikan sebagai risiko bagi perusahaan asuransi. Maka model klaim asuransi dapat digunakan untuk menentukan pelanggaran atau risiko yang terjadi. Hal tersebut dapat dihitung melalui metode VaR *Violation* pada Tabel 5. Banyak data yang melebihi nilai VaR disebut sebagai pelanggaran. Pada tingkat kepercayaan 85%, menunjukkan bahwa terdapat 4 pelanggaran pada model *Mixture Exponential*. Pelanggaran tersebut lebih sedikit dibandingkan 5 pelanggaran yang terjadi pada model *Exponential*. Sehingga model *Mixture Exponential* memiliki presentase pelanggaran yang lebih kecil, yaitu 0.7042% dibandingkan model *Exponential*, yaitu 0.8803%.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Perbandingan hasil *fitting* antara model *Exponential* dengan model *Mixture Exponential* telah diuji, dimana pada tingkat kepercayaan 99% distribusi *Exponential* ditolak sedangkan dengan distribusi *Mixture Exponential* tidak ditolak.
2. Model *Mixture Exponential* memberikan nilai VaR lebih besar dari model *Exponential*, hal ini menunjukkan bahwa penghitungan nilai VaR lebih ketat dibandingkan dengan model *Exponential*.

Saran yang bisa diberikan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Model *Mixture Exponential* dapat dikembangkan untuk *forecasting*, yaitu memprediksi besar klaim asuransi di masa yang akan datang.
2. Menggunakan tiga parameter λ dalam model *Mixture Exponential* agar estimasi yang diperoleh lebih akurat.
3. Menggunakan metode *Expected Shortfall* dalam perhitungan risiko dan menggunakan metode *Backtesting* dalam perhitungan akurasi VaR.

Daftar Pustaka

- [1] Andriani, Vivien. 2008. "Pelaksanaan Penyelesaian Klaim Asuransi Jiwa di Asuransi Jiwa Bersama BUMIPUTERA 1912 Cabang Semarang". Tesis. Program Pasca Sarjana, Magister Kenotariatan, Universitas Diponegoro Semarang.
- [2] Sodik, J., Setiawan, S., & Sutikno, S. (2012). Pengukuran Risiko pada Klaim Asuransi "X" dengan Menggunakan Metode Generalized Extreme Value dan Generalized Pareto Distribution. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), D75-D80.
- [3] Klüppelberg, C., & Kostadinova, R. (2008). Integrated insurance risk models with exponential Lévy investment. *Insurance: Mathematics and Economics*, 42(2), 560-577.
- [4] Saifudin, T. (2006). Pendekatan Terbaik diantara distribusi pareto, pareto tergeneralisir dan mixture pareto dalam pemodelan reliabilitas. *Jurnal Ilmu Dasar*, 7(2), 146-154.
- [5] Lee, D., Li, W. K., & Wong, T. S. T. (2012). Modeling insurance claims via a mixture exponential model combined with peaks-over-threshold approach. *Insurance: Mathematics and Economics*, 51(3), 538-550.
- [6] Myung, I. J. (2003). Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of mathematical Psychology*, 47(1), 90-100.
- [7] Saragih, A. F. (2013). Analisis Perbandingan Kinerja Keuangan Antara Bank Syariah Dengan Bank Konvensional. *Jurnal Akuntansiku*, 1(1).
- [8] Saepudin, Y., Yasin, H., & Santoso, R. (2017). Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah Dengan Value at Risk (Var) Dan Expected Shortfall (Es). *Jurnal Gaussian*, 6(2), 271-280.
- [9] Astuti, N. I. Y., Tarno, T., & Yasin, H. (2016). Optimasi Value at Risk Return Aset Tunggal Dan Portofolio Menggunakan Simulasi Monte Carlo Dilengkapi Gui Matlab. *Jurnal Gaussian*, 5(4), 695-704.
- [10] Adiperdana, Angga; Suwignjo, Patdono; Rusdiansyah, Ahmad. (2010). Analisis Value at Risk Menggunakan Metode Extreme Value Theory-Generalized Pareto Distribution dengan Kombinasi Algoritma Meboot dan Teori Samad-Khan (Studi Kasus PT.X)