Value-at-Risk (VaR) Berbasis Model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA)

Rizky Retno Utami[1], Rian Febrian Umbara[2], Aniq Atiqi Rohmawati[3]

Prodi Ilmu Komputasi, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

[1]rizkyretno.96@gmail.com [2]rianumbara@telkomuniversity.ac.id [3]aniqatiqi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kerugian pada perusahaan asuransi terjadi akibat besar klaim asuransi yang diajukan melebihi batas yang ditentukan. Apabila perusahaan tidak dapat menangani hal tersebut dengan baik maka perusahaan tersebut akan mengalami kebangkrutan. Untuk menangani masalah tersebut, dibutuhkan cara yang tepat untuk memprediksi besar klaim agar tidak melebihi batas yang ditentukan oleh suatu perusahaan. Salah satu cara untuk memprediksi besar klaim adalah dengan menggunakan model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA). Model EACA adalah model deret waktu yang diaplikasikan pada data asuransi berupa besar klaim yang ditanggung oleh perusahaan asuransi. Dalam penelitian Tugas Akhir ini juga digunakan perhitungan dengan *Value-at-Risk* (VaR) untuk mengukur kerugian akibat besar klaim yang melebihi batas. Akurasi VaR yang terbaik diperoleh menggunakan VaR *Violation*. Berdasarkan hasil analisis, tingkat signifikansi pada VaR 10% dapat mengantisipasi besar klaim lebih baik dari percobaan tingkat signifikansi yang lain. Hal ini karena tingkat signifikansi 1% menghasilkan VaR *Violation* sebanyak 3. Sehingga pelanggaran yang diharapkan dengan VaR *Violation* menghasilkan selisih sebesar 0.34, hasil ini merupakan hasil selisih yang terendah dari tingkat signifikansi 5% dan 10%.

Kata Kunci : klaim asuransi, model EACA, VaR, *VaR Violation*

Abstract

Losses on insurance companies occur due to large insurance claims filed exceeds the specified limits. If the company cannot handle it properly then the company will go bankrupt. To handle the problem, it takes the right way to predict the size of the claim so as not to exceed the limit specified by a company. One way to predict the size of a claim is to use the Exponential Autoregressive Conditional Amount (EACA) model. EACA model is a time series model applied to insurance data in the form of a large claim borne by the insurance company. In this Final Project study also used the calculation with Value-at-Risk (VaR) to measure the losses due to large claims beyond the limit. The best VaR accuracy is obtained using VaR Violation. Based on the results of the analysis, a 10% confidence level at VaR can anticipate the higher claims than other confidence experiments. This is because the 1% confidence level produces VaR Violation of 3. That the expected violation with VaR Violation yields a difference of 0.34, this result is the lowest difference of 5% and 10% confidence level.

Keywords: insurance claims, EACA model, VaR, VaR Violation

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, masyarakat semakin sadar pentingnya berasuransi. Terutama dalam hal-hal yang tidak terduga seperti bencana alam, kecelakaan, sampai meninggal dunia. Jenis asuransi juga semakin beragam, mulai dari asuransi jiwa, asuransi kesehatan, asuransi kendaraan, asuransi properti, dan asuransi pendidikan. Bagi perusahaan asuransi, bertambahnya jumlah nasabah akan menguntungkan sebagai strategi *marketing*. Namun apabila tidak ada persiapan yang dilakukan oleh perusahaan tersebut, bertambahnya jumlah pelanggan akan menimbulkan kerugian. Persiapan terpenting adalah dapat memprediksi besar klaim asuransi yang akan diajukan oleh nasabah berdasarkan data-data besar klaim sebelumnya. Setelah memprediksi besar klaim, perusahaan juga harus mengukur tingkat risiko kerugian yang diinginkan oleh perusahaan.

Untuk memprediksi besar klaim asuransi terdapat beberapa model, salah satunya menggunakan deret waktu (*time series)* untuk memodelkan klaim dari waktu ke waktu. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Gerber (1982), Cummins (1985), dan El-Bassiouni dan El-Habashi (1991) yang memperkenalkan *time series* untuk memodelkan klaim asuransi. Promislow (1991) dan Zhang (2005) juga mengenalkan prediksi klaim asuransi berdasarkan model linear dan model *Autoregressive*. Sedangkan Engle dan Russell (1998) mulai memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Duration* (ACD) [1].

Menurut Araichi dalam *paper Autoregressive Conditional Amount* (ACA) untuk menghitung besar klaim asuransi yaitu dengan menerapkan karakteristik model ACD [2]. Model ACA adalah model deret waktu yang diaplikasikan pada data asuransi berupa besar klaim yang ditanggung oleh perusahaan asuransi. Model ACA dibagi berdasarkan dua model distribusi, yaitu dengan distribusi eksponensial (EACA) dan distribusi weibull (WACA). Dalam penelitian Tugas Akhir ini juga digunakan perhitungan dengan *Value-at-Risk* (VaR) untuk mengukur kerugian akibat besar klaim yang melebihi batas [3]. VaR adalah potensi kerugian maksimum dalam nilai portofolio karena pergerakan pasar yang merugikan [4]. Pada Tugas Akhir ini akan ditentukan nilai risiko menggunakan *Value-at-Risk* (VaR) dengan menggunakan model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA). Kemudian untuk mengukur akurasi VaR yang terbaik digunakan VaR *Violation.*

Topik Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka permasalahan yang dapat diangkat adalah bagaimana mengestimasi parameter model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA). Bagaimana menentukan nilai *Value-at-Risk* (VaR) dengan melibatkan model EACA. Selanjutnya bagaimana mengukur akurasi VaR menggunakan VaR *Violation*.

Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah mengestimasi parameter model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA) agar nilai prediksi klaim asuransi dapat ditemukan. Lalu menentukan nilai *Value-at-Risk* (VaR) dengan melibatkan parameter pada model EACA, selanjutnya mengukur akurasi VaR yang terbaik menggunakan VaR *Violation*.

2. Studi Literatur

2.1. Model *Exponential Autoregressive Amount* (EACA)

Model EACA adalah model yang berfungsi untuk memprediksi besar klaim dan *Value-at-Risk* (VaR) berdasarkan data *time series.* Adapun persamaan EACA orde (1,1) sebagai berikut:

$$Y_t = \varepsilon_t \,.\, \psi_t \tag{2.1}$$

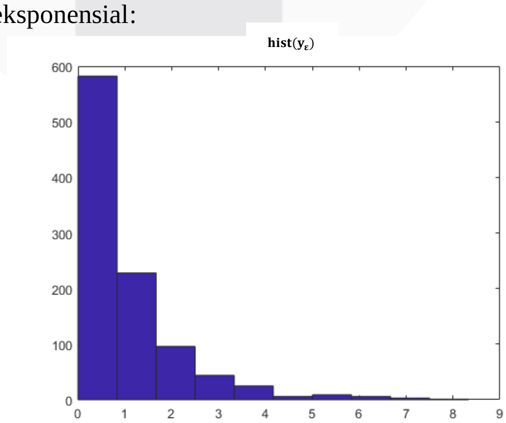
dimana ψ_t adalah $E(Yt|\Omega_{t-1})$, dengan Ω_{t-1} adalah semua informasi yang ada pada $(t-1)$

$$\psi_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\, \psi_{t-1} \tag{2.2}$$

dengan ψ_{t-1} merupakan inisialisasi dari ψ_t. Nilai ψ_1 diperoleh dari $E(Y_1)$. Berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2), maka

$$Y_t = \varepsilon_t(\alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \beta\, \psi_{t-1}) \tag{2.3}$$

Dengan menggunakan persamaan umum EACA dimana $\varepsilon_t \sim \exp(1)$ [2]. Berikut adalah grafik karakteristik distribusi eksponensial:



Gambar 2-1 *Histogram data berdistribusi eksponensial dengan* $E(Y_t) = 1$

Pada Gambar 2-1 data yang dihasilkan menggunakan distribusi eksponensial cenderung monoton turun. Hal ini sesuai dengan besar klaim asuransi pada suatu perusahaan yang lebih banyak besar klaim dengan nilai yang kecil. Dengan menggunakan persamaan (2.3), ekspektasi model time series dapat diprediksi berdasarkan informasi data yang tersedia pada periode sebelumnya. Ekspektasi model EACA:

$$\begin{aligned} E(Y_t|\Omega_{t-1}) &= E(\psi_t \varepsilon_t|Y_{t-1}, \psi_{t-1}) \\ &= E(\varepsilon_t|Y_{t-1}, \psi_{t-1}) \,.\, E(\psi_t|Y_{t-1}, \psi_{t-1}) \\ &= E(\psi_t|Y_{t-1}, \psi_{t-1}) \\ &= E(\alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\psi_{t-1}|Y_{t-1}, \psi_{t-1}) \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\psi_{t-1} \end{aligned} \tag{2.4}$$

Variansi model EACA, jika ε_t berdistribusi eksponensial dengan parameter $\lambda = 1$ dimana $E[\varepsilon_t^2] = Var(\varepsilon_t) + (E[\varepsilon_t])^2 = 2$ dengan $Var(\varepsilon_t) = 1$,

$$\begin{aligned} Var(Y_t|\Omega_{t-1}) &= E[Y_t^2|\Omega_{t-1}] - (E[Y_t|\Omega_{t-1}])^2 = E[\psi_t^2 \varepsilon_t^2|\Omega_{t-1}] - (\alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\psi_{t-1})^2 \\ &= E[\psi_t^2|\Omega_{t-1}]\, E[\varepsilon_t^2|\Omega_{t-1}] - (\alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\psi_{t-1})^2 \\ &= 2E[\psi_t^2|\Omega_{t-1}] - (\alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta\psi_{t-1})^2 \\ &= 2\psi_t^2 - \psi_t^2 = \psi_t^2 \end{aligned} \tag{2.5}$$

2.1. Distribusi Eksponensial

Peubah acak kontinu x memiliki distribusi eksponensial dengan parameter λ, maka fungsi padat peluangnya berbentuk,

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\lambda} e^{-\frac{x}{\lambda}}, x \geq 0 \\ 0, \ \ untuk\ x\ yang\ lainnya \end{cases} \tag{2.6}$$

dengan $\lambda > 0$. Fungsi distribusi kumulatif dari x adalah,

$$P(0 \leq X \leq x) = 1 - P(X \geq x) = 1 - e^{-\lambda x} \tag{2.7}$$

Selanjutnya nilai harapan (E) dan variansi distribusi eksponensial

$$E = \frac{1}{\lambda} \text{ dan } Var = \frac{1}{\lambda^2} \tag{2.8}$$

2.2. Fungsi Likelihood

Pada persamaan (2.1) ε_t berdistribusi eksponensial dengan asumsi $E(\varepsilon_t) = 1 = \frac{1}{\lambda}$ maka diketahui $\lambda = 1$ dan $Y_t \sim \exp(\psi_t)$,

$$P(Y_t < y_t) = P(\psi_t \varepsilon_t < y_t) = P\left(\varepsilon_t < \frac{y_t}{\psi_t}\right) = F\left(\frac{y_t}{\psi_t}\right)$$

$$F(y_t) = 1 - \exp\left(\frac{-y_t}{\psi_t}\right)$$

sehingga

$$f(y_t|\Omega_{t-1}) = \frac{1}{\psi_t} \exp\left(\frac{-y_t}{\psi_t}\right) \tag{2.9}$$

Fungsi likelihood dalam Tugas Akhir ini adalah menaksirkan nilai parameter yang akan digunakan sebagai dasar untuk memprediksi *Value-at-Risk* (VaR). Nilai parameter yang ditaksirkan adalah α_0, α_1, dan β_1. Dengan fungsi likelihoodnya adalah:

$$L(Y_t\,|\Omega_{t-1}, \alpha_0, \alpha_1, \beta) = \prod_{t=2}^{n} f(y_t \mid \Omega_{t-1}) = \prod_{t=2}^{n} \frac{1}{\psi_t} \exp\left(-\frac{y_t}{\psi_t}\right) \tag{2.10}$$

dan fungsi *log-likelihood*:

$$l(Y_t \,|\Omega_{t-1}, \theta) = -\sum_{t=2}^{n}\left[\log(\psi_t) + \frac{y_t}{\psi_t}\right]$$
$$= -\sum_{t=2}^{n}\left[\log(\alpha_0 + \alpha_1\, y_{t-1} + \beta\, \psi_{t-1}) + \frac{y_t}{\alpha_0 + \alpha_1\, y_{t-1} + \beta\, \psi_{t-1}}\right] \quad (2.11)$$

Penaksiran parameter α_0, α_1, dan β diperoleh dengan memaksimalkan fungsi log-likehood. Hal ini diperlukan karena nilai parameter yang optimal diperoleh dengan memaksimumkan fungsi peluang, dimana fungsi peluang merepresentasikan proporsi kemunculan data.

Simbol	Keterangan
Y_t	Nilai prediksi besar data klaim asuransi pada saat t
ε_t	Nilai epsilon random pada saat t
ψ_t	$E(Y_t\|\Omega_{t-1})$
$\alpha_0,\ \alpha_1,\ \beta_1$	Parameter $\psi_t$untuk mencari model EACA
Ω_{t-1}	Semua himpunan atau informasi pada saat t-1
y_t	Nilai besar klaim asuransi pada saat t

Tabel 2-1 Keterangan Variabel Model EACA

2.3. *Value-at-Risk* (VaR)

VaR yaitu potensi kerugian maksimum dalam nilai portofolio karena pergerakan pasar yang merugikan [4]. Untuk memprediksi VaR kerugian maka perlu diketahui parameter-parameter yang terdapat pada model EACA (1,1). Menurut Jorion (2001), VaR pada tingkat signifikansi γ dalam bidang ekonomi dan keuangan adalah ekspektasi maksimum kerugian yang tidak melebihi kondisi keuangan normal selama periode (t) [5]. Misalkan $Y_t = \varepsilon_t\, \psi_t$ mengikuti model EACA (1,1) dengan asumsi ε_t berdistribusi eksponensial dengan parameter λ. Diketahui asumsi $E[\varepsilon_t] = 1 = \frac{1}{\lambda}$ sehingga parameter $\lambda = 1$,

$$\mathrm{P}(Y_t < VaR_t) = \gamma \quad (2.12)$$

$$\mathrm{P}(\varepsilon_t \,.\psi_t \; < VaR_t) = \gamma$$

$$\mathrm{P}\left(\varepsilon_t < \frac{VaR_t}{\psi_t}\right) = \gamma$$

$$\mathrm{F}_\varepsilon\left(\frac{VaR_t}{\psi_t}\right) = \gamma$$

$$\mathrm{F}^{-1}\, F_\varepsilon\left(\frac{VaR_t}{\psi_t}\right) = F_\varepsilon^{-1}\,(\gamma)$$

$$\frac{VaR_t}{\psi_t} = F_\varepsilon^{-1}\,(\gamma)$$

$$VaR_t = F_\varepsilon^{-1}\,(\gamma)\,.\,\psi_t \quad (2.13)$$

VaR *Violation*

VaR *Violation* merupakan metode yang digunakan untuk melihat tingkat signifikansi pada VaR. Dikemukakan dan didefinisikan oleh [6]:

$$\eta_t = \begin{cases} 1, & jika\ \mathrm{Y_t} \geq \mathrm{VaR_t} \\ 0, & jika\ \mathrm{Y_t} < \mathrm{VaR_t} \end{cases} \quad (2.14)$$

Dengan η_t adalah VaR *Violation*, Y_t adalah besar klaim asuransi, $\mathrm{VaR_t}$ adalah nilai VaR pada saat t. η_t bernilai 1 jika data besar klaim asuransi melebihi atau melanggar VaR dan bernilai 0 untuk lainnya. Setelah itu mencari akurasi terbaik berdasarkan nilai dari VaR *Violation* yang didapatkan menggunakan tingkat eror yang didefinisikan sebagai berikut [7]:

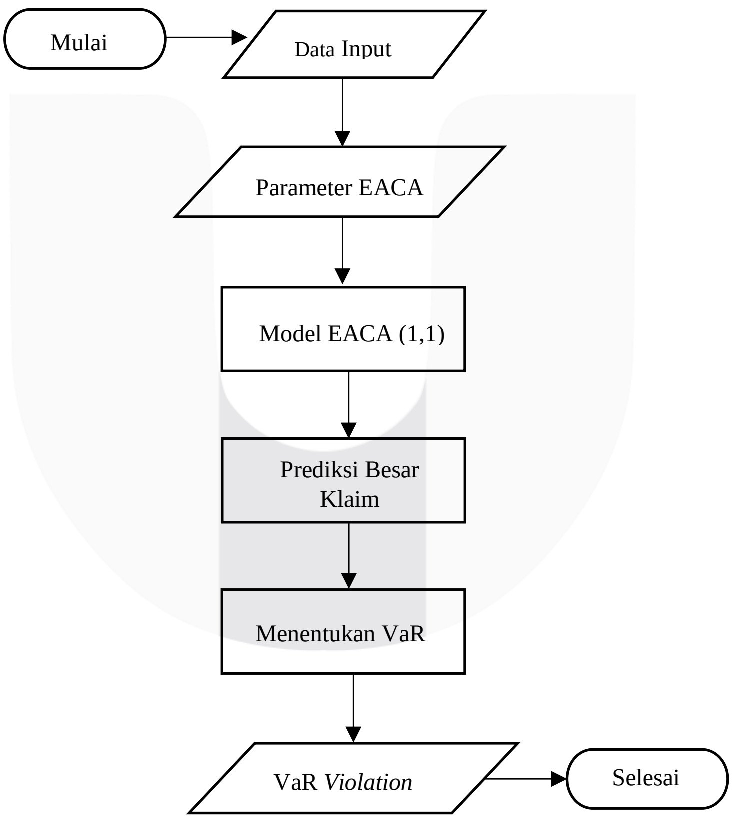
$$\mathrm{E} = |\mathrm{V_e} - \mathrm{V_m}| \tag{2.15}$$

Simbol	Keterangan
VaR_t	Risiko kerugian pada saat t
γ	Proporsi nilai observasi lebih besar dari VaR_t
ψ_t	Ekspektasi bersyarat dari Model EACA (1,1)
F_ε^{-1}	Invers dari fungsi distribusi ε_t.
η_t	Nilai pelanggaran pada saat t
$\mathrm{V_e}$	Nilai harapan pelanggaran
$\mathrm{V_m}$	Nilai pelanggaran yang diamati sesuai dengan model

Tabel 2-1 Keterangan Variabel *Value-at-Risk* (VaR)

3. Perancangan Sistem

Diagram blok dalam Gambar 3-1 dibawah merupakan gambaran umum sistem yang akan dilaksanakan pada penelitian ini



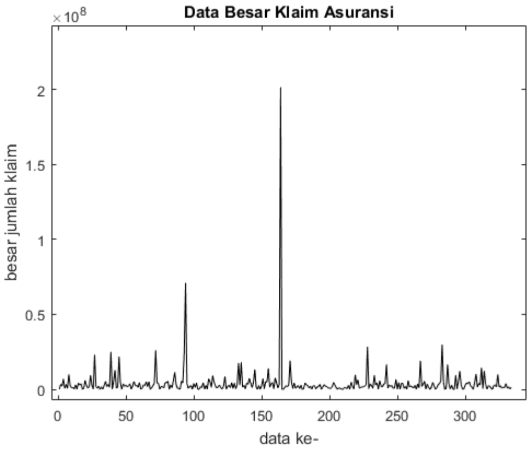
Gambar 3-1 *Gambaran Umum Sistem Prediksi VaR Pada Data Klaim Asuransi*

Data input yang digunakan adalah data besar klaim asuransi dalam kurun waktu tertentu. Data disediakan dalam bentuk tabel dan berbentuk kualitatif. Data besar klaim asuransi dibutuhkan untuk mencari Y_{t-1} pada persamaan (2.2). Dalam model EACA, pencarian besar klaim asuransi diperlukan juga nilai α_0, α_1, dan β. Nilai variabel tersebut dihitung menggunakan fungsi *log-likelihood*. Setelah nilai ketiga variabel α_0, α_1, dan β diperoleh, masukan nilai pada persamaan (2.3). Selanjutnya, setelah nilai klaim asuransi ditemukan maka nilai tersebut akan menjadi parameter yang akan digunakan untuk mengukur nilai VaR. Hasil pengukuran VaR akan diukur nilai akurasinya menggunakan metode VaR

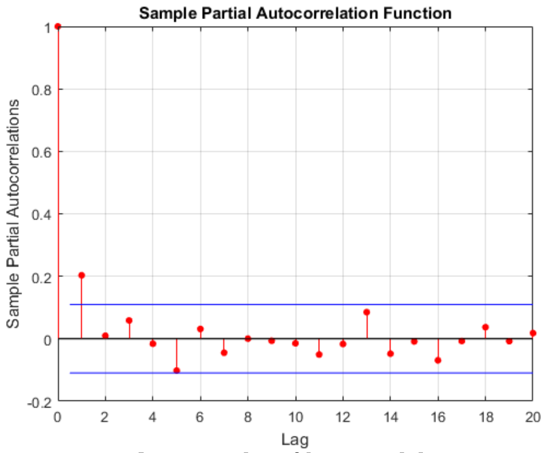
Violation. Kemudian hasil akhir akan berbentuk grafik yang nanti akan dibandingkan hasilnya dengan VaR besar klaim asuransi yang sebenarnya.

4. Analisis Data

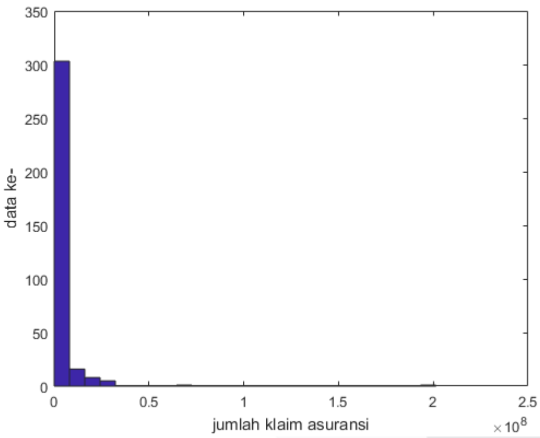
Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah data besar klaim asuransi (Y_t) pada karyawan suatu perusahaan yang mengalami masalah kesehatan dengan kategori penyakit *sinusitis* akut pada tahun 2014. Adapun data yang digunakan yaitu data besar klaim yang harus dibayarkan oleh perusahaan tersebut terhadap karyawan yang sakit, dalam hal ini jabatan dianggap setara. Sehingga besar klaim yang dibayarkan sesuai dengan parah tidaknya penyakit tersebut.



Gambar 4-1 Grafik data besar klaim



Gambar 4-2 Identifikasi Model Autoregressive



Gambar 4-3 Histogram data klaim asuransi

Ringkasan Statistik	
N	334
Max	201406130
Min	0
Mean	4157457.15
Standar Deviasi	12336764.95
Var	1.5219

Tabel 4-1 Tabel statistik data jumlah klaim

Dari ringkasan statistik diatas bersesuaian dengan histogram klaim asuransi karena nilai asuransi harus nonnegatif dan kontinu.

4.1 Model *Exponential Autoregressive Conditional Amount* (EACA)

4.1.1 Fungsi *log-likelihood*

Seperti yang sudah dijelaskan mengenai kegunaan fungsi *log-likelihood* adalah untuk mencari parameter α_0, α_1, β agar dapat digunakan dalam model EACA. Berdasarkan persamaan fungsi *log-likelihood* (2.11) dengan n = 234, maka diketahui nilai dari setiap parameter α_0, α_1, β yaitu:

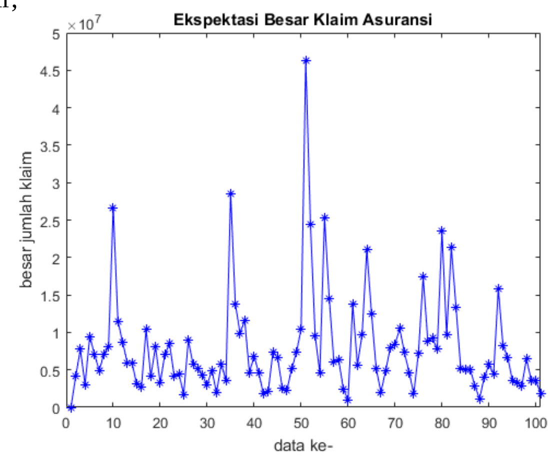
α_0	α_1	β
0.2066	1.4228	0.3901

Tabel 4-2 Tabel hasil perhitungan parameter menggunakan fungsi *log-likelihood*

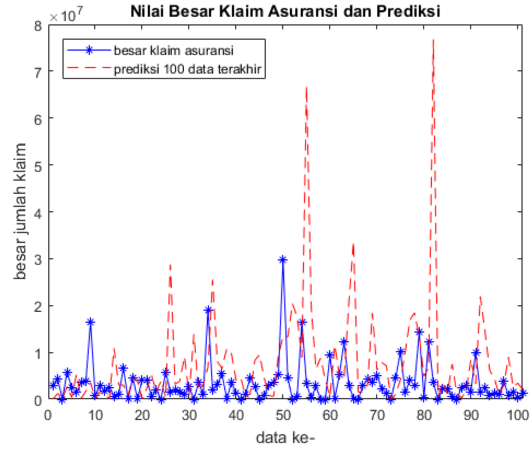
Dibutuhkan inisialisasi awal untuk parameter $\alpha_0(1), \alpha_1(1), \beta(1)$ sebelum perhitungan menggunakan fungsi *log-likelihood*, dan inisialisai yang digunakan adalah 0.35. Kemudian digunakan perhitungan menggunakan fungsi *log-likelihood*.

4.1.2 Data Prediksi

Pada persamaan (2.1), sebelum menghitung data prediksi dibutuhkan nilai ψ_t. Nilai ψ_t merupakan nilai $E(Yt|\Omega_{t-1})$ yang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2.2) dengan parameter α_0, α_1, β yang telah dihitung pada 4.1 maka dapat dilakukan prediksi untuk 100 data terakhir,



Gambar 4-4 Grafik hasil Ekspektasi pada data besar klaim asuransi

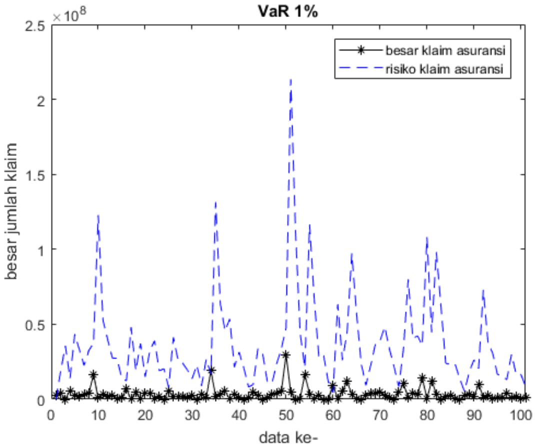


Gambar 4-5 Grafik hasil data prediksi dan data asli

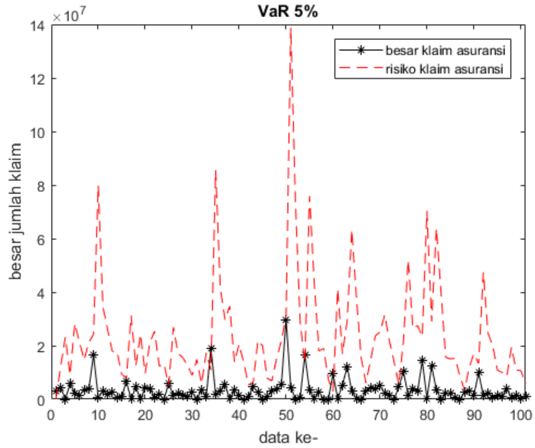
Pada Gambar 4-4 menunjukkan grafik hasil perhitungan ψ_t, sedangkan Gambar 4-5 menunjukkan perhitungan hasil data prediksi dan data asli. Pada perhitungan data prediksi dalam persamaan (2.1), diasumsikan ε_t nonnegatif. Jika dibandingkan dengan data asli (Y_t) maka hasil data prediksi lebih tinggi dari data asli. Namun pergerakan data prediksi masih mengikuti data asli.

4.2 *Value-at-Risk* (VaR)

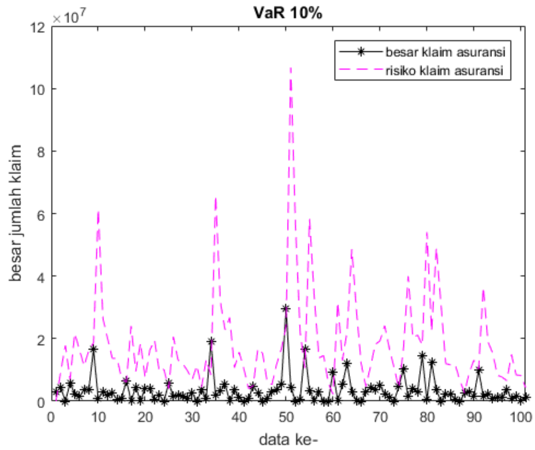
Value-at-Risk pada Tugas Akhir ini menggunakan persamaan (2.13) untuk mencari VaR dengan tingkat signifikansi 1%,5%,10%. Hasil dari VaR yang optimal adalah VaR harus lebih tinggi daripada data besar klaim asuransi (Y_t). Berikut adalah grafik VaR pada tiga tingkat signifikansi,



Gambar 4-6 Grafik hasil nilai VaR 1% pada data besar klaim asuransi



Gambar 4-7 Grafik hasil nilai VaR 5% pada data besar klaim asuransi



Gambar 4-8 Grafik hasil nilai VaR 10% pada data besar klaim asuransi

Pada tabel berikut dapat dilihat hasil akurasi dengan VaR *Violation*:

Jumlah data	334		
Tingkat signifikansi	0.10	0.05	0.01
V_e	33.4	16.7	3.34
V_m	8	5	3
Proporsi V_m	0.0239	0.0149	0.0089
E	**25.4**	**11.7**	**0.34**

Tabel 4-3 Tabel data hasil tingkat kepercayan VaR

Banyak faktor yang mempengaruhi nilai akurasi VaR, salah satunya adalah data. Hasil dari VaR pada tiga tingkat signifikansi memiliki hasil yang berbeda-beda. Pada tingkat signifikansi 10% terhadap data besar klaim asuransi menunjukkan hasil VaR *Violation* sebanyak 8 data yang melanggar atau melewati VaR, Pada tingkat signifikansi 5%, nilai VaR *Violation* sebanyak 5 data yang melanggar atau melewati VaR. Sedangkan pada tingkat signifikansi 1%, nilai VaR *Violation* sebanyak 3 data yang melanggar atau melewati VaR. Pada hasil E masing-masing memiliki hasil sebesar 25.4 pada 10%, 11.7 pada 5%, dan 0.34 pada 1%. Karena VaR *Violation* dihitung berdasarkan hasil E, maka tingkat signifikansi terbaik adalah yang memiliki nilai E terendah yaitu 1%. Tingkat signifikansi 1% dinilai mampu mengantisipasi risiko dalam klaim asuransi.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Menurut hasil perhitungan pada Tugas Akhir ini, tingkat signifikansi yang terbaik adalah 1% dengan hasil VaR *Violation* sebanyak 3 dan hasil E sebesar 0,34. Hasil tersebut didapatkan karena perhitungan VaR *Violation* berdasarkan selisih pelanggaran yang diharapkan dengan pelanggaran yang diamati, sehingga tingkat signifikansi terbaik adalah hasil tingkat eror yang terendah.

5.2 Saran

Dalam hal perhitungan model diharapkan memilih orde yang berbeda, misalkan seperti model EACA orde (1,2) atau yang lainnya. Untuk pengolahan data juga dapat digunakan metode *return*. Kemudian dalam perhitungan akurasi VaR, diharapkan dapat menggunakan metode selain VaR *Violation*. Jika metode perhitungan berbeda, diharapkan bisa memperoleh hasil yang lebih optimal dari yang penulis hasilkan.

Daftar Pustaka

[1] S. Econometrica, N. Sep, R. F. Engle, and J. R. Russell, “Autoregressive Conditional Duration : A New Model for Irregularly Spaced Transaction Data Author (s): Robert F . Engle and Jeffrey R . Russell Published by : The Econometric Society AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL DURATION : A NEW MODEL FOR IRREGULARLY SPACE,” vol. 66, no. 5, pp. 1127–1162, 2014.

[2] S. Araichi, C. de Peretti, and L. Belkacem, “Solvency capital requirement for a temporal dependent losses in insurance,” *Econ. Model.*, vol. 58, pp. 588–598, 2016.

[3] C. M. Anderson-Cook, *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools*, no. Princeton Series in Finance. 2005.

[4] R. F. Engle and S. Manganelli, “Value at Risk Models in Finance,” *Eur. Cent. Bank Work. Pap. Ser.*, p. 41, 2001.

[5] P. Jorion, “Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk,” *New York*, vol. 71464956, p. 602, 2007.

[6] Jón Daníelsson, *Financial Risk Forecasting _ The Theory and Practice of Forecasting Market Risk,*

with Implementation in R and Matlab. 2011.

[7] J. J. Huang, K. J. Lee, H. Liang, and W. F. Lin, “Estimating value at risk of portfolio by conditional copula-GARCH method,” *Insur. Math. Econ.*, vol. 45, no. 3, pp. 315–324, 2009.

[8] S. Araichi, U. Lyon, L. Saf, and H. Commercial, “Generalized autoregressive conditional sinistrality model : a novel model for claims reserving in non life insurance Generalized Autoregressive Conditional Sinistrality Model : A novel model for claims reserving in Non life insurance,” 2015.

[9] S. Liu and Y. K. Tse, “Intraday Value-at-Risk: An asymmetric autoregressive conditional duration approach,” *J. Econom.*, vol. 189, no. 2, pp. 437–446, 2015.

[10] S. Araichi, “Modeling dependence of claims in insurance using autoregressive conditional duration models Modeling Dependence of Claims In Insurance Using Autoregressive Conditional Duration Models,” 2013.