
Nilai Risiko Terkondisi pada Return Finansial Menggunakan Metode Copula Gumbel

Alimatun Najiha¹, Anisa², Andi Kresna Jaya^{3*}
¹²³Departemen Statistika, Fakultas MIPA,
Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia
* Corresponding author, email: alimatun.najiha@gmail.com

Abstract

The calculation of VaR is assumed normal distribution while the conditions in the real world distribution conditions of the return value depends on the market conditions that occurred at the time. Thus, this makes VaR estimates invalid which results in portfolio risk occurring greater than the predetermined risk. Therefore, In this study, the estimated risk value uses the Conditional Value at Risk (CVaR), which measures the expected value depending on what is the worst percentage of the risk loss, and using Copula Gumbel to model financial return in the investment data of PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk and PT. XL Axiata Tbk. for the period March 11, 2019 to March 10, 2020. In this study, the CVaR estimation results for the 99% confidence level is 0.231, while for the VaR estimate it is 0.192. This indicates that risk value with CVaR estimate is better able to show higher risk than VaR.

Keywords: Copula Gumbel, Stock Return, Value at Risk.

Abstrak

Perhitungannya VaR diasumsikan berdistribusi normal sementara kondisi di dunia nyata distribusi dari nilai *return* tergantung pada kondisi pasar yang terjadi pada saat itu. Hal ini mengakibatkan tidak validnya estimasi VaR sehingga risiko portofolio yang terjadi lebih besar dari risiko yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini estimasi nilai risiko menggunakan Nilai Risiko Terkondisi (CVaR) yang pengukuran nilai harapannya tergantung pada berapa persentase kerugian terburuk dari risiko itu, dan menggunakan Copula Gumbel untuk memodelkan *return* finansial pada data investasi *Return* Penutupan Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk. periode 11 Maret 2019 sampai dengan 10 Maret 2020. Dalam penelitian ini hasil estimasi CVaR untuk tingkat kepercayaan 99% adalah 0.231 sedangkan untuk estimasi VaR yaitu 0.192. Hal ini menunjukkan bahwa nilai risiko dengan estimasi CVaR lebih mampu menunjukkan risiko yang lebih tinggi dibandingkan VaR.

Kata Kunci: Copula Gumbel, Nilai Risiko, Return Saham.

1. Pendahuluan

Risiko merupakan hal yang sangat penting dalam investasi dan sering menjadi pusat perhatian bagi para investor. Risiko dapat diartikan sebagai suatu kemungkinan terjadinya kerugian atau kehancuran. Pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting berkaitan dengan investasi dana yang cukup besar. Oleh sebab itu, pengukuran risiko perlu dilakukan agar risiko berada dalam tingkatan yang terkendali sehingga dapat mengurangi terjadinya kerugian berinvestasi [1]. Salah satu alat ukur yang berkembang

pesat dan sangat populer dipergunakan saat ini yaitu Value at Risk (VaR) yang dipopulerkan oleh J. P. Morgan pada tahun 1994. VaR adalah estimasi kerugian maksimum yang akan diperoleh selama periode waktu (time period) tertentu pada tingkat kepercayaan (level of confidence) tertentu [2]. VaR telah menjadi standar model pengukuran risiko secara internal (Internal Model Approach) sebagaimana ditetapkan Bank for International Settlement (1996) melalui Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) dalam BASEL II yang digunakan oleh analis keuangan untuk menghitung risiko pasar dari sebuah aset atau portofolio [3].

Meskipun telah menjadi acuan standar dalam pengelolaan risiko, VaR memiliki kekurangan yakni tidak mempunyai sifat sub-aditif (*subadditivity*) [4]. Hal ini berarti, apabila dilakukan diversifikasi pada portofolio yang tersusun atas sejumlah aset finansial, maka VaR suatu portofolio lebih besar dari pada jumlah VaR masing-masing aset penyusunnya [5]. Sifat ini menunjukkan bahwa VaR tidak dapat merefleksikan efek diversifikasi yang bertujuan untuk meminimumkan risiko. Kekurangan metode VaR tersebut dapat diatasi menggunakan nilai risiko terkondisi atau *Conditional Value at Risk* (CVaR) yang mempertimbangkan nilai kerugian melebihi VaR [6].

Selama ini dalam perhitungan VaR diasumsikan berdistribusi normal, padahal pada kenyataannya data keuangan banyak ditemukan tidak berdistribusi normal [7]. Hal ini dapat mengakibatkan tidak validnya estimasi VaR sehingga risiko portofolio yang terjadi lebih besar dari risiko yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, perhitungan VaR seharusnya tidak selalu diasumsikan berdistribusi normal melainkan disesuaikan dengan distribusi dari nilai *return* saham itu sendiri [7]. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut metode Copula muncul sebagai solusi yang tepat.

Copula Gumbel merupakan salah satu sub-Copula dari Keluarga Archimedian, dimana keluarga ini memiliki pembangkit unik untuk masing-masing sub-Copula yang tergabung didalamnya. Copula Gumbel memiliki kesensitifan terbaik terhadap risiko yang tinggi [8]. Maka dari itu pada penelitian ini akan digunakan Copula dari Keluarga Archimedian yakni Copula Gumbel.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan mengkaji mengenai “**Estimasi Nilai Risiko Terkondisi Menggunakan Metode Copula Gumbel**” pada investasi saham data harga penutupan PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk.

2. Material dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa harga penutupan dari investasi saham harian dalam satuan Rupiah. Data diperoleh dari <http://finance.yahoo.com> yaitu *historical data* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk periode 7 Januari 2019 – 3 Januari 2020 sebanyak 255 data. Program yang digunakan untuk mendukung proses penelitian ini adalah *software* Rstudio Versi 3.6.3.

2.1 Return Saham

Return saham dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1 berikut: [9]

$$return = \frac{[P_t - P_{t-1}]}{P_{t-1}} \quad (1)$$

dimana, P_t adalah harga penutupan saham pada hari t , dan
 P_{t-1} adalah harga penutupan saham pada hari $t - 1$

2.2 Korelasi Kendall's Tau

Misalkan terdapat sampel berukuran $n, n \geq 2$, yaitu $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$ dari vektor acak (X, Y) . Setiap pasang sampel, $\{(x_i, y_i), (x_j, y_j)\}, i, j = 2, \dots, n: i \neq j$ adalah suatu konkordan atau diskordan. Maka akan terdapat $\binom{n}{2}$ pasang yang berbeda dari sampel yang ada. Misalkan k menyatakan ukuran konkordan dan d menyatakan diskordan, maka nilai Korelasi Kendall's Tau berdasarkan sampel dapat didefinisikan sebagai

$$\hat{\tau} = \frac{k - d}{k + d} = \frac{k - d}{\binom{n}{2}} \quad (2)$$

Dikatakan bahwa (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) konkordan jika $x_i < x_j$ dan $y_i < y_j$, atau jika $x_i > x_j$ dan $y_i > y_j$ serta dikatakan diskordan apabila (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) jika $x_i < x_j$ dan $y_i > y_j$, atau jika $x_i > x_j$ dan $y_i < y_j$, atau dengan formulasi *alternative*, (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) konkordan jika $(x_i - x_j)(y_i - y_j) > 0$ dan diskordan jika $(x_i - x_j)(y_i - y_j) < 0$. [10]

2.3 Copula Gumbel

Copula Gumbel dibahas pertama kali oleh Gumbel pada Tahun 1960 yang akhirnya dikenal dengan Keluarga Copula Gumbel. Copula ini memiliki kelebihan dalam mengidentifikasi perilaku tail dependensi atas. Bentuk umum Copula Gumbel adalah sebagai berikut:

$$C(u_1, \dots, u_d) = \exp\left(-[(-\ln u_1)^\theta + \dots + (-\ln u_d)^\theta]^{\frac{1}{\theta}}\right) \quad (3)$$

Persamaan di atas dikonstruksi dari fungsi pembangkit Copula Gumbel yaitu:

$$\varphi_\theta(t) = (-\ln t)^\theta \quad (4)$$

Dengan menggunakan Korelasi *kendall's tau* untuk mengestimasi parameter Copula Gumbel diperoleh [11]:

$$\hat{\theta} = \frac{1}{1 - \tau} \quad (5)$$

dimana, τ : nilai koefisien korelasi *kendall's tau*

Copula gumbel merupakan Copula yang memiliki tail hubungan di bagian atas. Hal ini menunjukkan ketika variabel bebas hanya memiliki hubungan dengan variabel tak bebas ketika variabel bebas ini sangat tinggi, sementara ketika variabel bebas rendah,

makan keeretan hubungan antara keduanya juga rendah bahkan terkadang tidak memiliki hubungan[12].

2.4 Nilai Risiko

Nilai risiko atau yang biasa disebut dengan VaR merupakan sebuah konsep yang digunakan untuk pengukuran risiko dalam *risk management*. Secara sederhana, VaR ingin menjawab pertanyaan “seberapa besar (dalam persen atau sejumlah uang tertentu) investor dapat merugi selama waktu investasi t dengan tingkat kesalahan sebesar α ”. Dari pertanyaan tersebut, dapat dilihat adanya tiga variabel penting, yaitu besar kerugian, selang waktu, dan besar tingkat kesalahan.

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \tag{6}$$

dimana: $VaR_{(1-\alpha)}$: VaR dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

W_0 : Investasi awal

R^* : Nilai kemungkinan terburuk dari *return*

CVaR telah menjadi perhatian signifikan selama dua dekade terakhir sebagai alat untuk mengelola risiko. CVaR mengukur nilai yang diharapkan tergantung pada berapa persentase kerugian terburuknya. CVaR merupakan ukuran risiko yang sifatnya diturunkan untuk distribusi kerugian. Secara umum ukuran risiko CVaR terkait erat dengan VaR. Pada distribusi kerugian, CVaR terletak disebelah kanan VaR dan didefinisikan sebagai nilai ekspektasi *return* [13].

$$CVaR_{(1-\alpha)} = \frac{1}{(\alpha)} \int_{-\infty}^{VaR_{(1-\alpha)}} R^* f(R^*) dR^* \tag{7}$$

dimana $f(R^*)$ adalah taksiran fungsi densitas dan VaR dihitung berdasarkan waktu yang sama dengan selang kepercayaan $(1 - \alpha) \in [0,1]$.

2.5 Metode Penelitian

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung *return* dari masing-masing harga penutupan saham investasi yang akan digunakan sebagai data pengamatan dengan menggunakan persamaan (1)
2. Melakukan uji distribusi pada data, apakah data berdistribusi normal atau tidak dengan melakukan uji Kolmogorov-Smirnov.
3. Memeriksa sifat autokorelasi untuk melihat ada atau tidaknya efek korelasi pada data dengan menggunakan uji Ljung-Box dari data pengamatan.
4. Melakukan uji heteroskedastisitas untuk mengetahui apakah data memiliki varian yang sangat beragam sehingga dapat mengakibatkan residu yang tidak konstan dengan uji ARCM LM.
5. Mencari nilai koefisien korelasi dengan menggunakan Korelasi *Kendall's Tau* pada Persamaan (2)

6. Nilai koefisien korelasi yang telah didapatkan kemudian digunakan untuk menghitung nilai estimasi parameter Copula Gumbel dengan persamaan (7).
7. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* dengan fungsi Copula Gumbel berdasarkan nilai estimasi parameter.
8. Menghitung VaR dengan tingkat kepercayaan tertentu
9. Mengulangi langkah 7 sampai langkah 8 sebanyak m kali sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan VaR yaitu $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_m$.
10. Menghitung rata-rata hasil dari langkah 9 untuk menstabilkan VaR karena VaR yang didapat dari setiap simulasi berbeda.
11. Mengestimasi CVaR dan melakukan interpretasi dari hasil estimasi CVaR yang diperoleh.

3. Hasil dan Diskusi

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data harga penutupan dari investasi saham harian dalam satuan Rupiah. Data diperoleh dari <http://finance.yahoo.com> yaitu *historical data* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk periode 7 Januari 2019 – 3 Januari 2020. Program yang digunakan untuk mendukung proses penelitian ini adalah *software* Rstudio Versi 3.6.3 sebanyak 257 data.

3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas perlu dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya ketidakstabilan harga yang dikhawatirkan mengalami penurunan harga sehingga dapat merugikan investor. Uji normalitas dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov. Uji Kolmogorov Smirnov merupakan salah satu uji yang dapat digunakan dalam menentukan distribusi yang cocok untuk suatu data [14]. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi dari variabel *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk dengan hipotesis berikut:

H_0 : *return* Berdistribusi Normal

H_1 : *return* Tidak Berdistribusi Normal

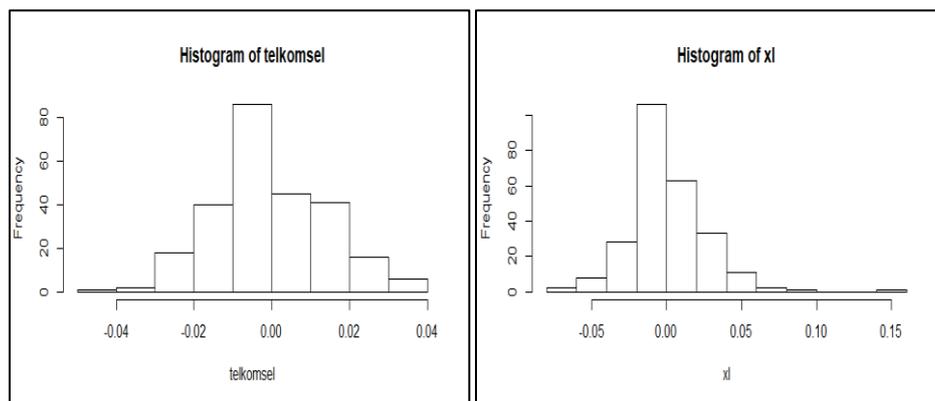
Tabel 1. Pengujian Distribusi Normal

Saham	D_{hit}	$p - value$	Keputusan
PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk	0.12941	0.0003905	Tolak H_0
PT. XL Axiata Tbk	0.15294	0.0000139	Tolak H_0

Sumber: Hasil pengujian normalitas diolah tahun 2020

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan apabila nilai D_{hitung} kedua *return* saham dibandingkan dengan nilai Tabel Kolmogorov Smirnov yang bernilai sebesar 0.08517 dan apabila nilai $p - value$ dibandingkan dengan nilai α , maka dapat diambil keputusan untuk menolak H_0 . Hasil dari uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan bahwa nilai D_{hit} yakni 0.12941 dan 0.15294 untuk masing-masing saham lebih besar dibandingkan dengan nilai Tabel

Kolmogorov Smirnov dan untuk $\alpha = 0,05$ nilai $p - value$ (0.0003905 dan 0.0000139) $< \alpha$, sehingga tolak H_0 yang berarti bahwa variabel *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk. tidak distribusi normal.



Gambar 1. Histogram *Return* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk

3.2 Uji Autokorelasi dan Heteroskedastisitas

Uji Autokorelasi yaitu hubungan yang terjadi antara residual pengamatan satu dengan pengamatan yang lainnya. Autokorelasi yang kuat dapat menyebabkan dua variabel yang tampaknya tidak berhubungan menjadi berhubungan sehingga untuk mendeteksi ada atau tidaknya autokorelasi, dalam penelitian ini digunakan uji Ljung Box dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : *return* tidak ada autokorelasi.

H_1 : *return* ada autokorelasi.

Tabel 2. Ljung Box *Return* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk..

<i>Return</i> Saham	Ljung Box	
	Lag	P-Value
Telekomunikasi Indonesia	1	0.1275
	5	0.4078
	10	0.3658
	15	0.4883
	20	0.3922
XL Axiata	1	0.1232
	5	0.1022
	10	0.1195
	15	0.1535
	20	0.2142

Sumber: Hasil Uji Ljung Box diolah tahun 2020

Dari Tabel 2 terlihat bahwa setiap nilai $p - value$ lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka dapat ditarik kesimpulan terima H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel *return* saham tersebut tidak berautokorelasi.

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk melihat apabila terdapat ketidaksamaan varians dari galat suatu pengamatan ke pengamatan yang lain. Uji *Lagrange Multiplayer* (LM) atau biasa disebut dengan ARCH LM merupakan suatu uji terhadap kehadiran unsur heteroskedastisitas

dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : tidak terdapat efek ARCH/GARCH pada data *return*.

H_1 : terdapat efek ARCH/GARCH pada data *return*.

dimana H_0 ditolak apabila $p - value < \alpha$ dengan $\alpha = 0.05$ yang berarti terdapat efek heteroskedastisitas pada data *Return* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk.

Tabel 3. ARCH LM *Return* PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk.

ARCH LM	
<i>Return</i> Saham	P-Value
Telkomunikasi Indonesia	0.9008
XL Axiata	0.3153

Sumber: Uji ARCH LM diolah tahun 2020

Hasil uji ARCH LM dapat dilihat pada tabel 3. diketahui bahwa untuk setiap $p - value$ dari masing-masing *return* saham lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terima H_0 yang artinya variabel *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk tidak memiliki efek heteroskedastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya efek heteroskedastisitas pada data *return* yang diuji.

3.3 Estimasi Parameter Copula Gumbel

Parameter yang digunakan adalah parameter $\hat{\theta}$ yang diperoleh dengan menggunakan metode Korelasi *Kendall's tau*. Kemudian akan dicari koefisien korelasinya atau nilai τ untuk variable *return* harga penutupan investasi saham harian PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan *return* harga penutupan investasi saham harian PT. XL Axiata Tbk..

Terlebih dahulu akan dicari nilai koefisien korelasinya atau nilai τ dari data yang diuji. Nilai τ ini diperoleh dengan bantuan *software* Rstudio Versi 3.6.3. yakni:

$$\tau = 0.2112325$$

Nilai koefisien korelasi yang telah diperoleh digunakan untuk mengestimasi parameter $\hat{\theta}$ melalui Persamaan (5) sebagai berikut:

$$\hat{\theta} = \frac{1}{1 - \tau} = \frac{1}{1 - 0.2112325} = 1.2678.$$

3.4 Simulasi Copula Gumbel

Simulasi ini dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak yang mengikuti model Copula Gumbel menggunakan parameter $\hat{\theta}$ yang telah didapatkan dan dimodelkan dengan Persamaan (3) sebagai berikut :

$$C(u_1, u_2) = \exp\left(-\left[(-\ln u_1)^{1.2678} + (-\ln u_2)^{1.2678}\right]^{\frac{1}{1.2678}}\right)$$

$$C(u_1, u_2) = \exp\left(-\left[(-\ln u_1)^{1.2678} + (-\ln u_2)^{1.2678}\right]^{0.788767}\right)$$

Pola hubungan yang mengikuti Copula Gumbel ini menggambarkan bahwa terdapat kejadian ekstrim pada nilai yang tinggi, dan terdapat hubungan antara kedua variabel ketika nilai keduanya tinggi, semakin rendah nilai pengamatan pada variabelnya, maka hubungan antara keduanya semakin lemah karena Copula Gumbel memiliki hubungan yang erat apabila terjadi tumpukan di bagian atas. Simulasi Copula Gumbel dengan data $n = 1000$ menunjukkan bahwa pada saat terjadi kenaikan *return* saham, yaitu ketika *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia tbk naik, maka *return* saham PT. XL Axiata tbk. juga naik.

3.5 Estimasi Nilai Risiko

Perhitungan Nilai Risiko dengan VaR ini dilakukan dengan tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99%. VaR selalu berbeda pada masing-masing simulasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan data random yang dihasilkan. Akan tetapi pada dasarnya memberikan hasil yang tidak berbeda jauh antara satu dengan yang lainnya karena *return* dibangkitkan dengan parameter yang sama. Salah satu cara untuk mengurangi masalah tersebut yaitu dengan menjalankan banyak simulasi kemudian mengambil nilai rata-ratanya. VaR pada beberapa tingkat kepercayaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Estimasi VaR PT. Telekomunikasi Indonesia tbk dan PT. XL Axiata tbk.

		Tingkat kepercayaan		
		90%	95%	99%
VaR		3.28%	4.36%	6.47%

Sumber: Estimasi VaR diolah tahun 2020

Estimasi VaR yang bernilai minus menunjukkan kerugian *return*. Hasil estimasi pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa VaR untuk PT. XL Axiata tbk. dan PT. Telekomunikasi Indonesia tbk yakni sebesar 3.28% untuk tingkat kepercayaan 90% menunjukkan terdapat kemungkinan sebesar 10% bahwa kerugian akan lebih rendah dari VaR yang diduga, untuk tingkat kepercayaan 95% diperoleh nilai risiko sebesar 4.36% maka terdapat kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian akan lebih rendah dari VaR yang diduga, dengan tingkat kepercayaan 99% nilai risikonya yaitu 6.47% menunjukkan terdapat kemungkinan sebesar 1% bahwa kerugian akan lebih rendah dari VaR yang diduga.

Tingkat kepercayaan 99% menghasilkan VaR paling tinggi diantara VaR dari tingkat kepercayaan yang lain. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam hal ini dapat diartikan sebagai tingkat kepercayaan untuk melakukan investasi, jadi semakin besar tingkat kepercayaan yang diambil, maka semakin besar pula risiko yang harus ditanggung pada

alokasi modal yang digunakan untuk menutupi kerugian mendatang yang memungkinkan terjadi.

3.6 Estimasi Nilai Risiko Terkondisi

Tabel 5 ini menyajikan hasil estimasi CVaR dengan tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99%.

Tabel 5. Estimasi CVaR PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk.

		Tingkat kepercayaan		
		90%	95%	99%
VaR		3.46%	4.67%	7.16%

Sumber: Estimasi CVaR diolah tahun 2020

Estimasi CVaR yang bernilai minus menunjukkan kerugian *return*. Jika dibandingkan dengan hasil VaR dari Tabel 4 dengan hasil CVaR pada tabel 5. didapatkan nilai risiko untuk VaR dengan tingkat kepercayaan 90% yaitu 3.28% lebih rendah dari nilai risiko CVaR yakni 3.46%, untuk tingkat kepercayaan 95% nilai risiko VaR yaitu 4.36% lebih rendah dari nilai risiko CVaR yaitu 4.67%, begitu pun dengan tingkat kepercayaan 99% nilai risiko VaRnya 6.47% juga lebih rendah dari nilai risiko CVaR yakni 7.16%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai risiko dengan CVaR mampu menghitung risiko apabila terjadi kejadian yang lebih buruk, seperti penurunan Indeks Harga Konsumen, turun-naiknya Kurs Rupiah atau fluktuasi terhadap mata uang asing, dan kejadian lainnya yang menyebabkan kerugian mengalami kenaikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan di atas, maka diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan Korelasi *Kendall's Tau* diperoleh parameter $\hat{\theta} = 1.2678$ sehingga didapatkan model Copula Gumbel untuk investasi saham portofolio PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk. sebagai berikut:

$$C(u_1, u_2) = \exp(-[(-\ln u_1)^{1.2678} + (-\ln u_2)^{1.2678}]^{0.788767})$$

Nilai risiko dengan CVaR dapat diambil sebagai studi kasus. Misalkan seorang investor akan melakukan suatu investasi awal pada portofolio saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk. sebesar Rp. 1.000.000,00. CVaR untuk tingkat kepercayaan 90%, 95%, dan 99% yakni sebesar 3.46%, 4.67%, dan 7.16%. Maka dapat diinterpretasikan bahwa kerugian yang mungkin dialami dalam jangka waktu pada penelitian ini 80 hari ke depan dengan tingkat kepercayaan 90% adalah maksimal sebesar Rp. 34.600 dan untuk tingkat kepercayaan 95% maksimal sebesar Rp. 46.700 serta dengan tingkat kepercayaan 99% kerugian maksimalnya adalah Rp. 71.600 jika investor tersebut berinvestasi pada portofolio saham yang dianalisa.

Hasil estimasi CVaR untuk masing-masing tingkat kepercayaan pada *return* harga penutupan saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. XL Axiata Tbk. menunjukkan kerugian yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil estimasi VaR.

Estimasi Nilai Risiko Terkondisi Menggunakan Copula Gumbel
Alimatun Najiha, Anisa, Andi Kresna Jaya

Daftar Pustaka

- [1] Halim, Abdul. 2005. *Analisis Investasi*. Edisi Kedua. Jakarta: Salemba Empat.
- [2] Jorion, Philippe. 2000. *Value at Risk*. Edisi kedua. USA: Mc GrawHill.
- [3] Jogiyanto, Hartono. 1998. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: BPFE.
- [4] Artzner, dkk. 1999. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*. 9(2): 203-228.
- [5] Dharmawan, K. 2014. *Estimasi Nilai Value At Risk Portofolio Menggunakan Metode T-Copula*. Bali : Universitas Udayana.
- [6] Yang, Insoon. 2015. *Risk Management and Combinatorial Optimization for Large-Scale Demand Response and Renewable Energy Integration*. Dissertation Engineering – Electrical Engineering and Computer Sciences Graduate Division, Berkeley: University of California.
- [7] Zuhra, dkk. 2015. Estimasi Value At Risk Return Portofolio Menggunakan Metode Copula. *Jurnal Statistika Terapan FMIPA Universitas Padjadjaran*. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- [8] Damasari, Annisa. 2015. *Estimasi Value at Risk (VaR) dengan Metode Simulasi Monte Carlo-Copula Gumbel*. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- [9] Hanafi, Mamduh M., dan Halim, Abdul. 2009. *Analisis Laporan Keuangan*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN
- [10] Nelsen, R. B. 2006. *An Introduction to Copulas*, Springer, New York, 2nd edn.
- [11] Embrechts, P., F. Lindskog, A. McNeil. 2001. *Modeling Dependence with Copula and Application to Risk Management*. *Handbook of Heavy Tailed Distributions in Finance*, ed. S. Rachev, San Diego: Elsevier.
- [12] Darwis. 2016. *Analisis Hubungan Dan Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan Dengan Faktor Makroekonomi Melalui Pendekatan Copula*. Thesis Jurusan Statistika FMIPA IPB. Bogor: IPB.
- [13] Urysev, S., 2000. *Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Application*. Financial Engineering News. University of Florida.
- [14] Conover, W.J. 1971. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley and Sons.