

Risk Analysis of Gold Sale Price and Investment of Antam Shares Using Expected Shortfall in Pandemic Covid-19

Analisis Risiko Harga Jual Emas dan Investasi Saham Antam Menggunakan *Expected Shortfall* Pada Masa Pandemi Covid-19

Dwi Sulistiowati^{1*}, Maya Sari Syahrul^{2*}, Ilham Dangu Rianjaya^{3*}

Abstract

The Covid-19 pandemic caused the price of gold produced by PT Aneka Tambang (Antam) to experience a high increase following the world gold price, while stock investment decreased. Measuring risk is significant in financial analysis; this is related to investment funds, which are quite large and narrow about public funds. This study analyzes the risk data on Antam gold price and Antam stock closing price with an estimated Shortfall (ES). The method used to measure the risk of investing in stocks is ES. ES is the expectation of a conditional loss that exceeds Value at Risk (VaR). To compute ES data showing deviations from normality and Cornish-Fisher expansion. The volatility measurement model used is the autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) and generalized ARCH (GARCH) model. This study found that the ES value of Antam gold price was smaller than Antam stock price.

Keywords: ARCH, Expected Shortfall, GARCH, VaR

Abstrak

Pandemi Covid-19 menyebabkan harga emas yang di produksi PT Aneka Tambang (Antam) mengalami kenaikan tinggi mengikuti harga emas dunia, sedangkan investasi saham mengalami penurunan. Pengukuran risiko sesuatu hal yang sangat penting dalam analisis keuangan, ini berhubungan dengan investasi dana yang cukup besar dan seringkali pula berkenaan dengan dana publik. Penelitian ini bertujuan menganalisis risiko pada data harga emas Antam dan harga penutupan saham Antam dengan estimasi *Expected Shortfall (ES)*. Metode yang digunakan untuk mengukur risiko investasi saham adalah *ES*. *ES* merupakan ekspektasi dari kerugian bersyarat melebihi *Value at Risk (VaR)*. Untuk menghitung *ES* data yang menunjukkan penyimpangan dari normalitas digunakan ekspansi *Cornish-Fisher*. Model pengukuran volatilitas yang digunakan adalah model *autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)* dan *generalized ARCH (GARCH)*. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai *ES* harga emas Antam lebih kecil dari harga saham Antam.

Kata Kunci: ARCH, Expected Shortfall, GARCH, VaR

1. PENDAHULUAN

Investasi menjadi hal yang semakin diminati oleh banyak orang. Investasi atau penanaman modal sering sekali dilakukan dengan tujuan mendapatkan keuntungan di masa depan. Emas, saham, dan properti menjadi jenis investasi yang paling banyak diminati saat ini. Namun, ketiganya

*Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia

¹Email: dwi.s@unidha.ac.id; ²mayasari_310504@yahoo.com; ³ilhamrianjaya@unidha.ac.id



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

tentu memiliki risiko dan keuntungan yang berbeda-beda. Pandemi Covid-19 tidak hanya berdampak terhadap sektor kesehatan melainkan juga perekonomian, termasuk investasi. Tentunya banyak orang yang mulai mencari jenis investasi yang lebih aman. Emas atau logam mulia menjadi jenis investasi yang sering kali disebut sebagai investasi aman dibandingkan jenis instrumen investasi lainnya. Semenjak pandemi harga emas yang di produksi PT Aneka Tambang (Antam) mengalami kenaikan tinggi mengikuti harga emas dunia mencapai rekor harga Rp 1.022.000 per gram Selasa (28/7/2020), sedangkan investasi saham mengalami penurunan.

Pengukuran risiko sesuatu yang sangat penting dalam analisis keuangan, hal ini berhubungan dengan investasi dana yang cukup besar dan seringkali berkenaan dengan dana publik. Oleh sebab itu diperlukan suatu alat untuk mengukur risiko tersebut. Dari pengukuran yang dilakukan dapat diketahui sejauh mana investor dengan aman dapat berinvestasi. Salah satu bentuk pengukuran risiko yang populer dalam analisis risiko keuangan di bidang perbankan yaitu *Value at Risk (VaR)*, model ini di syaratkan oleh *Basel Committee on Banking Supervision*. Pemilihan *VaR* dilakukan mengingat kesederhanaan dari konsepnya sendiri dan memiliki kemampuan implementasi berbagai metodologi statistika yang beragam dan mutakhir. Meskipun *VaR* telah digunakan secara intensif, namun banyak peneliti menyebutkan kelemahan dari *VaR*. Diantara kelemahan tersebut adalah *VaR* hanya mengukur persentil dari distribusi keuntungan atau kerugian tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat *VaR*, selain itu *VaR* tidak koheren karena tidak memiliki sifat subaditivitas [1]. Oleh karena itu, perlu diteliti metode untuk menentukan risiko yang dapat mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut, salah satunya dengan menggunakan *Expected Shortfall (ES)*. *ES* merupakan metode pengukuran risiko yang menanggulangi kelemahan-kelemahan dari *VaR* [14]. *ES* dapat digunakan dalam perhitungan risiko pada saham perbankan [9,10]. Menurut [6], *ES* dapat digunakan mengukur pengaruh resiko sistemik antar bank di Indonesia. Selain itu *ES* dengan Simulasi Monte-Carlo juga dapat digunakan untuk mengukur risiko kerugian petani jagung [7]. Hasil pengujian dengan model *GARCH* pada volatilitas berdasarkan hasil penelitian yang diuji berfungsi baik pada *ES* [2]. *ES* menggunakan volatilitas yaitu standar deviasi. Volatilitas dengan keadaan heteroskedastisitas sering terjadi pada data keuangan. Untuk itu diperlu suatu model yang memprediksi volatilitas diantaranya *autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)* dan *generalized ARCH (GARCH)*. Oleh karena itu *ES* telah banyak digunakan dalam perhitungan risiko dalam berbagai bidang. Untuk itu perlu dilakukan suatu analisis risiko harga jual emas Antam dan investasi saham Antam menggunakan *ES*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko pada data harga emas Antam dan harga penutupan saham Antam dengan estimasi *Expected Shortfall (ES)*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis risiko harga jual emas antam dan investasi saham antam menggunakan *expected shortfall* pada bulan Maret sampai September 2020.

2.1 Jenis dan Teknik Pengumpulan data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data harga emas Antam dan data penutupan harga saham (*closing price*) dengan periode waktu harian dari PT Antam yang dimulai tanggal 02 Maret 2020 sampai 30 September 2020. Data tersebut diperoleh dari situs www.idx.com dan www.logammulia.com. Disamping itu juga dikumpulkan referensi yang relevan berupa buku teks, jurnal, dan artikel terkait di internet.

2.2 Analisis Data

Metode yang digunakan untuk mengukur risiko investasi saham adalah *ES*. *ES* merupakan ekspektasi dari kerugian bersyarat melebihi *Value at Risk (VaR)*. Untuk menghitung *ES* data yang menunjukkan penyimpangan dari normalitas digunakan ekspansi *Cornish-Fisher*. Model pengukuran volatilitas yang heteroskedstisitas digunakan model *autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)* dan *generalized ARCH (GARCH)*.

Perhitungan *return* realisasi harian dengan menggunakan *Continuously Compounded Return* atau *Log return* sebagai berikut [13]:

$$X_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}},$$

dengan, X_t adalah *return* harian, P_t adalah harga pada hari ke- t dan P_{t-1} adalah harga pada hari ke- $t-1$, dengan $t=1,2,\dots,T$ periode waktu.

VaR merupakan pengukuran kemungkinan kerugian terburuk dalam kondisi pasar yang normal pada kurun waktu T dengan tingkat kepercayaan tertentu. VaR_α dinyatakan sebagai bentuk kuantil- α dari distribusi keuntungan dan kerugian $X(t)$ untuk $t=1,2,3,\dots,T$ dimana T adalah periode investasinya. Jika $f(x)$ sebagai fungsi densitas dari $X(t)$ dan $F(x)$ sebagai fungsi distribusi kumulatifnya, secara teknis [1] mendefinisikan bahwa VaR dengan tingkat kepercayaan $100(1-\alpha)\%$ adalah sebagai berikut:

$$VaR_\alpha(X) = \inf\{x | P[X \leq x] > \alpha\}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \int_{-\infty}^{-VaR_\alpha} f(x) dx \\ &= F(-VaR_\alpha), \end{aligned}$$

dan bentuk invers dari fungsi tersebut untuk menghitung nilai VaR adalah,

$$-VaR_\alpha(x) = F^{-1}(\alpha)$$

Secara teknis [14] mendefinisikan ES , dengan X merupakan variabel acak keuntungan atau kerugian dari portofolio dan $VaR_\alpha(X)$ dengan tingkat kepercayaan $100(1-\alpha)\%$, maka ES dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ES_\alpha(X) &= E(-X | -X \geq VaR_\alpha(X)) \\ &= -\frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{-VaR_\alpha} x f(x) dx, \end{aligned}$$

Estimasi VaR dan ES dengan Ekspansi Cornish-Fisher, VaR dan ES diperoleh rumusan sebagai berikut [11]:

$$\begin{aligned} VaR_\alpha^t(x) &= -\hat{\mu}_t - \hat{\sigma}_t F_{CF}^{-1}(\alpha), \\ F_{CF}^{-1}(\alpha) &= \phi^{-1}(\alpha) + \frac{\zeta}{6} ([\phi^{-1}(\alpha)]^2 - 1) + \frac{\kappa - 3}{24} ([\phi^{-1}(\alpha)]^3 - 3\phi^{-1}(\alpha)) \\ &\quad - \frac{\zeta^2}{36} (2[\phi^{-1}(\alpha)]^3 - 5\phi^{-1}(\alpha)) \end{aligned}$$

ES dapat dihitung sebagai berikut:

$$ES_\alpha^t(x) = -\hat{\mu}_t + \frac{\hat{\sigma}_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(F_{CF}^{-1}(\alpha))^2}{2}}$$

dengan:

$$\phi^{-1}(\alpha) = \text{kuantil-}\alpha \text{ dari distribusi normal}$$

$$\zeta, \kappa = \text{skewness dan kurtosis dari } \hat{z}_t, \text{ dengan } \hat{z}_t = \frac{x_t - \hat{\mu}_t}{\hat{\sigma}_t}.$$

Bentuk persamaan $ARCH(q)$ adalah sebagai berikut:

$$X_t = \mu_t + a_t,$$

$$a_t = \sigma_t z_t,$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q a_{t-q}^2,$$

dengan, X_t merupakan *return* pada waktu t , μ_t adalah rata-rata *return* pada waktu t , z_t merupakan distribusi acak, identik dan independen (iid) dengan rata-rata nol dan varians 1, $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ untuk $i > 0$.

Bentuk persamaan $GARCH(p,q)$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X_t &= \mu_t + a_t, \\
 a_t &= \sigma_t z_t, \\
 \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2,
 \end{aligned}$$

dengan, X_t merupakan *return* pada waktu t , μ_t adalah rata-rata *return* pada waktu t , z_t merupakan distribusi acak, identik dan independen (iid) dengan rata-rata nol dan varians 1, $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$ dan $\sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

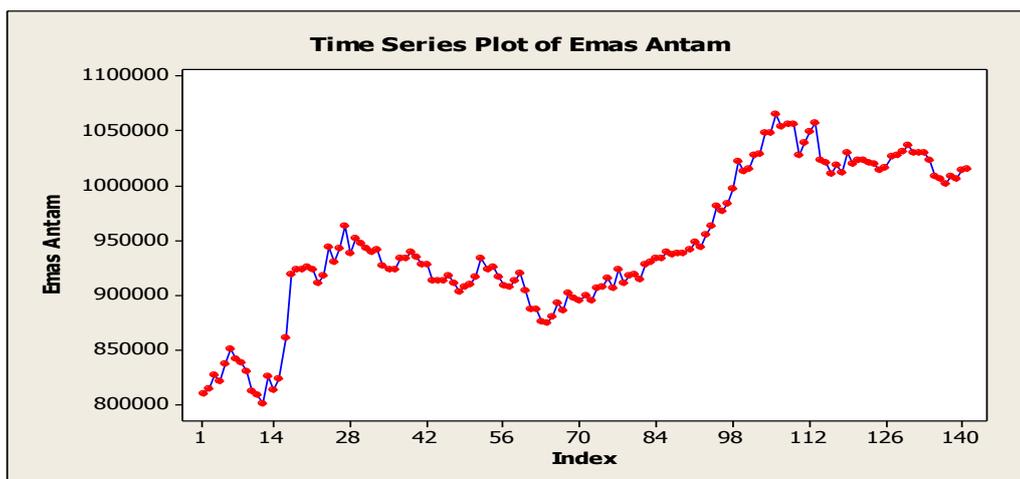
Berikut ini adalah langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini:

1. Mengumpulkan referensi yang relevan berupa buku teks, jurnal, dan artikel terkait di internet.
2. Mengumpulkan data sekunder, yaitu data harga emas Antam dan data penutupan harga saham (*closing price*) dengan periode waktu harian dari PT Antam yang dimulai tanggal 02 Maret 2020 sampai 30 September 2020, Data tersebut diperoleh dari situs www.idx.com dan www.logammulia.com.
3. Menghitung nilai *return* dari harga emas Antam dan investasi saham Antam.
4. Menguji normalitas masing-masing *return* data menggunakan uji *Jarque-Bera (JB)*. Jika *return* data berdistribusi normal maka dapat dilanjutkan untuk pengujian heteroskedastisitas, sedangkan jika data tidak berdistribusi normal perhitungan nilai ES dilakukan dengan ekspansi *Cornish-Fisher*, kemudian dilanjutkan dengan pengujian heteroskedastisitas.
5. Menguji heteroskedastisitas masing-masing data *return*. Apabila *return* bersifat homoskedastis, maka volatilitas dihitung dengan menghitung variansi dari *return*. Apabila *return* bersifat heteroskedastisitas, maka perhitungan volatilitas menggunakan pendekatan *ARCH/GARCH*.
6. Menghitung *VaR* dan *ES* masing-masing data.
7. Melakukan interpretasi terhadap hasil-hasil yang diperoleh.

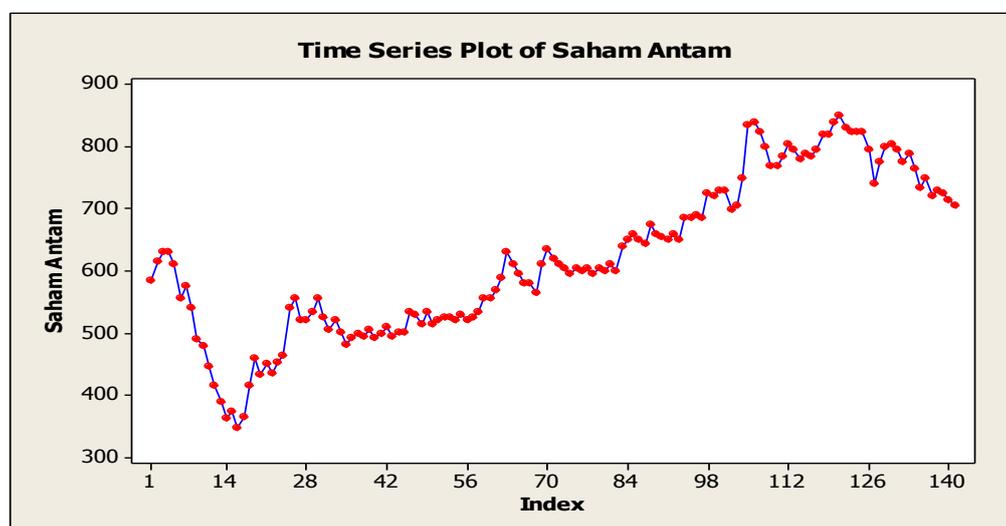
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Observasi

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data harga emas Antam dan data penutupan harga saham (*closing price*) dengan periode waktu harian dari PT Antam yang dimulai tanggal 02 Maret 2020 sampai 30 September 2020, yang terdiri dari 141 data. Pada Gambar 1 dan 2 memperlihatkan data *time series* di atas tidak stasioner dalam rata-rata dan varians.



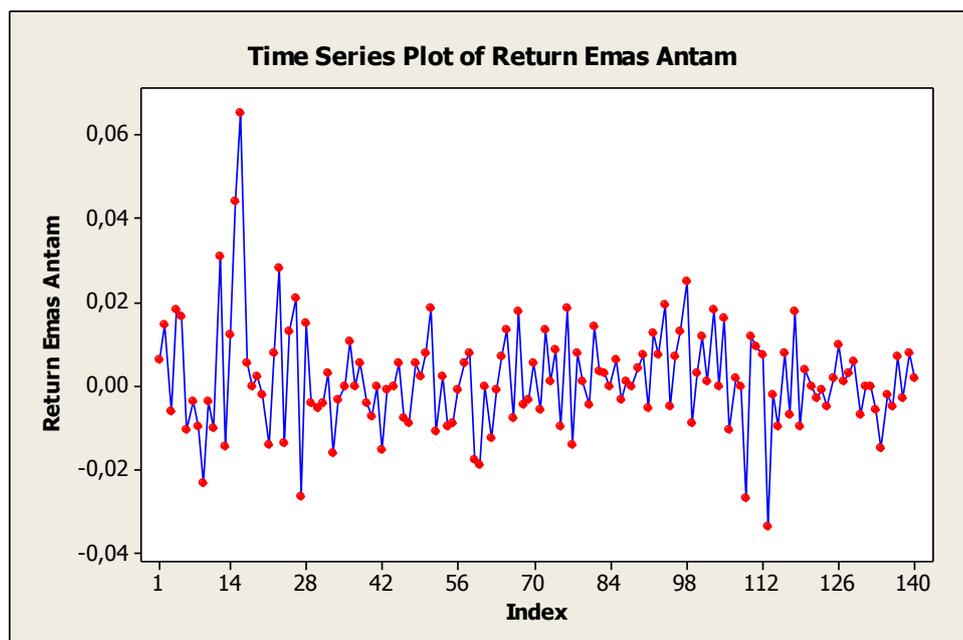
Gambar 1. Harga emas antam



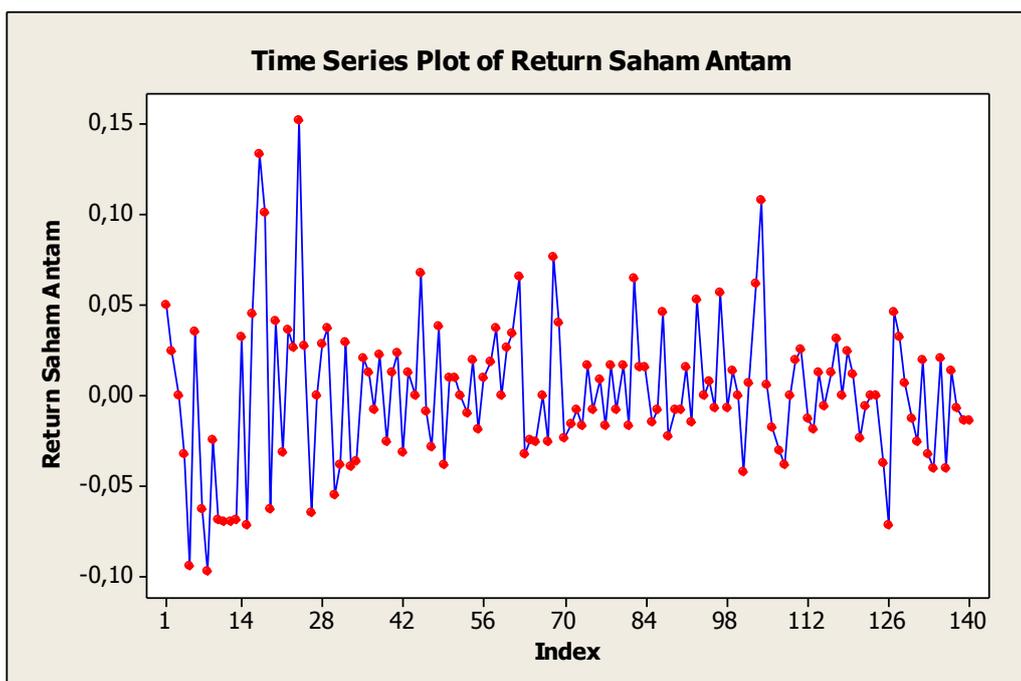
Gambar 2. Harga penutupan saham antam

3.2 Hasil Perhitungan Data Return

Adapun hasil perhitungan *return* masing-masing data dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 berikut ini. Pada Gambar 3 dan 4 di atas memperlihatkan bahwa data *return* stasioner dalam rata-rata dan varians yang tidak konstan yang menunjukkan data heteroskedastisitas. Penggunaan *VaR* dan *ES* dapat digunakan untuk menganalisis data keuangan yang bersifat heteroskedastisitas [4].



Gambar 3. Return realisasi harian emas antam



Gambar 4. Return realisasi harian saham antam

Hasil analisis deskriptif dari data *return* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Analisis dekriptif *return*

Parameter	Saham Antam	Emas Antam
Ukuran Sampel	140	140
Minimum	-0,097164	-0,0336408
Maximum	0,151685	0,0651916
Rata-rata	0,001333	0,0016185
Varians	0,001581	0,0001589

Standard deviasi	0,039757	0,0126094
Skewness	0,524720	0,999655
Kurtosis	4,727674	7,554530

3.3 Hasil Perhitungan Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai *Jarque-Bera* dengan nilai *chi square* $\chi^2(\alpha = 5\%, df = 2)$ yaitu sebesar 5,99146. Pada Tabel 2 terlihat nilai *Jarque-Bera* pada *return* harga emas Antam dan saham Antam menunjukkan bahwa kedua *return* memiliki nilai *Jarque-Bera* lebih besar dari nilai *chi square* $\chi^2(\alpha = 5\%, df = 2)$ sehingga masing-masing *return* tidak berdistribusi normal. Hasil uji ini akan dilanjutkan dengan pembentukan model volatilitas dan penentuan nilai *VaR* dan *ES*. Menurut [8], bahwa perhitungan *ES* dapat digunakan pada data yang tidak berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil uji normalitas *return*

Statistik	Emas Antam	Saham Antam
<i>Jarque-Bera</i>	144,3224	23,83607
<i>Probability</i>	0,000000	0,000007
Normalitas	Tidak Normal	Tidak Normal

3.4 Estimasi Parameter dan Pemilihan Model ARCH/GARCH

Dari hasil penaksiran parameter diperoleh beberapa model yang signifikans untuk meramalkan *return*. Pemilihan model yang terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai *AIC* yang paling kecil.

Tabel 3. Parameter untuk model ARCH/GARCH *return* harga emas

Parameter	Harga Emas				
	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1,1)	GARCH(1,3)	GARCH(1,4)
α_0	9,89E-05	0,000112	1,08E-05	1,11E-05	1,08E-05
α_1	0,389955	0,204644	0,226009	0,243168	0,140698
α_2	-	-0,027841	-	-	-
β_1	-	-	0,715232	0,451371	0,537817
β_2	-	-	-	0,742239	0,433809
β_3	-	-	-	-0,488263	0,505703
β_4	-	-	-	-	-0,677314
AIC	-6,017620	-6,051000	-6,048847	-6,074081	-6,094070*

Berdasarkan Tabel 3 *return* emas Antam memiliki nilai *AIC* yang terkecil pada model GARCH(1,4). Model GARCH(1,4) *return* harga emas Antam adalah sebagai berikut:

$$X_t = 0,0016185 + a_t$$

$$\sigma_t^2 = 0,0000108 + 0,140698a_{t-1}^2 + 0,537817\sigma_{t-1}^2 + 0,433809\sigma_{t-2}^2 + 0,505703\sigma_{t-3}^2 - 0,677314\sigma_{t-4}^2$$

Tabel 4. Parameter untuk model ARMA-ARCH/GARCH *return* saham Antam

Parameter	Saham Antam	
	ARCH(1)	GARCH(1,1)
μ	0,000742	0,001983

X_{t-9}	-0,615125	-0,564028
θ_9	0,612259	0,495106
α_0	0,000640	2,04E-05
$0,0\alpha_1$	0,499757	-0,071744
β_1	-	1,053148
AIC	-3,967131	-4,041089*

Berdasarkan Tabel 4 terlihat *return* saham Antam memiliki nilai *AIC* yang terkecil pada model $ARMA(9,9)-GARCH(1,1)$. Model $ARMA(9,9)-GARCH(1,1)$ *return* saham Antam adalah sebagai berikut:

$$X_t = 0,001983 - 0,564028X_{t-9} + a_t + 0,495106a_{t-9}$$

$$\sigma_t^2 = 0,00002048 - 0,071744a_{t-1}^2 + 1,053148\sigma_{t-1}^2$$

Berdasarkan hasil pemodelan di atas untuk menghitung *VaR* dan *ES* dapat menggunakan volatilitas dengan model *GARCH*. Penggunaan model ini juga sejalan yang disampaikan [5], bahwa model volatilitas dengan model *GARCH* digunakan dalam perhitungan *VaR* dan *ES*.

3.5 Hasil Perhitungan *VaR* dan *ES* dengan Model *GARCH*

Dalam perhitungan *VaR* dan *ES* digunakan ekspansi *Cornish-Fisher* karena *skewness* dan *kurtosis* yang menunjukkan penyimpangan dari normalitas. Tingkat kepercayaan yang digunakan untuk menghitung *VaR* dan *ES* adalah sebesar 95% dengan *return* 140 hari transaksi. Menurut [3] hasil perhitungan *ES* lebih baik dibandingkan *VaR*. Hasil perhitungan *VaR* dan *ES* untuk harga emas Antam dan saham Antam dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan *VaR* dan *ES* dengan $\alpha=5\%$

Saham	Emas Antam	Saham Antam
Rata-rata	0,001619	0,001983
Varians	0,000100	0,000610
Std. Deviasi	0,010000	0,024698
Skewness z	1,010515	0,530420
Kurtosis z	4,765589	1,835115
$\Phi^{-1}(5\%)$	-1,644854	-1,644854
$F_{5\%,CF}^{-1}$	-1,302797	-1,512302
$VaR_{5\%}$	0,011409	0,035368
$ES_{5\%}$	0,013223	0,035906

Nilai *ES* harga emas Antam adalah 0,013223, artinya jika investor menginvestasi sebesar Rp. 1 juta, pada 7 hari (5% x 140 hari) periode investasi dengan tingkat kepercayaan 95% ekspektasi kerugian yang bisa terjadi yang harus ditanggung oleh investor sebesar Rp. 13.223,00. Nilai *ES* saham Antam adalah 0,035906, artinya jika investor menginvestasi sebesar Rp. 1 juta, pada 7 hari (5% x 140 hari) periode investasi dengan tingkat kepercayaan 95% ekspektasi kerugian yang bisa terjadi yang harus ditanggung oleh investor sebesar Rp. 35.906,00. Berdasarkan nilai *ES* emas Antam lebih kecil dari nilai *ES* saham Antam, ini memperlihatkan bahwa pada saat pandemi ini investasi pada emas Antam lebih baik dibandingkan investasi pada saham Antam, sebab berinvestasi pada emas Antam mempunyai risiko lebih kecil di bandingkan berinvestasi pada saham Antam.

Jika dilihat dari perbandingan nilai VaR dan ES bahwa nilai VaR lebih rendah dibandingkan ES hal ini sejalan dengan hasil penelitian [6], dimana terdapat kenaikan risiko individu pada bank sebesar -12,8 % pada periode sebelum dan -8,56% pada periode setelah krisis global tahun 2008. Serta risiko keterkaitan individu bank dengan dengan sistem perbankan yang diukur menggunakan $CoVaR$ atau ES meningkat dari 8,8% ke 1,85% pada periode setelah terjadi krisis global 2008. Begitu juga dengan hasil penelitian [12] yang menunjukkan bahwa nilai VaR lebih rendah dibanding nilai ES . Disamping itu pada penelitian ini terlihat bahwa $GARCH$ pada volatilitas berdasarkan hasil penelitian yang diuji berfungsi baik pada ES , sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh [2].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, data harga emas Antam dan saham Antam mempunyai *return* yang tidak berdistribusi normal, volatilitas bersifat heteroskedastisitas. Pada data harga emas Antam model volatilitas terbaik adalah model $GARCH(1,4)$ dengan nilai *expected shortfall* sebesar 0,013223. Pada data saham Antam model volatilitas terbaik adalah model $ARMA(9,9)$ - $GARCH(1,1)$ dengan nilai *expected shortfall* sebesar 0,035906. Berdasarkan nilai ES emas Antam lebih kecil dari nilai ES saham Antam, ini memperlihatkan bahwa pada saat pandemi ini investasi pada emas Antam lebih baik dibandingkan investasi pada saham Antam, sebab berinvestasi pada emas Antam mempunyai risiko lebih kecil di bandingkan berinvestasi pada saham Antam.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Universitas Dharma Andalas yang telah mendanai penelitian ini, melalui dana penelitian tahun 2020.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artzner P., Delbaen F., Heath D.D. & Jean-Marc E. 1999. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*, Vol. 9, No. 3, 203-228.
- [2] Berggren E. 2017. Are GARCH models necessary for Expected Shortfall. Bachelor thesis at the Department of Statistics, Lund University, Sweden.
- [3] Burdorf T. & Vuuren G.V. 2018. An evaluation and comparison of Value at Risk and Expected Shortfall. *Investment Management and Financial Innovations*, Vol. 15, No. 4, 17-34.
- [4] Hermansah, 2017. Estimation of Value at Risk and Expected Shortfall for Financial Time Series Using a Hybrid GARCH Generalized Pareto Distribution Model. *Proceedings of 1st Ahmad Dahlan International Conference on Mathematics and Mathematics Education Universitas Ahmad Dahlan*, 13-14 October 2017, 130-134. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- [5] Kaya P., Güloğlu B. 2017. Modeling and Forecasting the Markets Volatility and VaR Dynamics of Commodity. *Journal of BRSA Banking and Financial Markets*, Vol. 11, No. 1, 9-49.
- [6] Rahman K.A. 2016. Interbank Contagious: Mengukur Pengaruh Risiko Sistemik antar Bank di Indonesia Studi Komparatif Sebelum dan Sesudah Krisis Global Tahun 2008. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, Vol. 4, No. 2, 1-9.
- [7] Rahmawati R., Rusgiyono A., Hoyyi A. & Maruddani D.A.I. 2019. Expected Shortfall dengan Simulasi Monte-Carlo Untuk Mengukur Risiko Kerugian Petani Jagung. *Media Statistika*, Vol. 12, No. 1, 117-128.
- [8] Ramponi F.A., Campi M.C. 2018. Expected shortfall: Heuristics and certificates. *European Journal of Operational Research*, Vol. 267, No. 3, 1003-1013.

- [9] Rohmah S.M. & Suharsono A. 2017. Estimasi Value at Risk dalam Investasi Saham Subsektor Perbankan di Bursa Efek Indonesia dengan Pendekatan Extreme Value Theory. *Jurnal Sains & Seni ITS*, Vol. 6, No. 2, 205-211.
- [10] Saepudin Y., Yasin H. & Santoso R. 2017. Analisis Risiko Investasi Saham Tunggal Syariah dengan Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). *Jurnal Gaussian*, Vol. 6, No. 2, 271-280.
- [11] Situngkir H. 2006. *Value at Risk yang Memperhatikan Sifat Statistika Distribusi Return*. Bandung Fe Institute, Bandung.
- [12] Sukono, Soeryana E., Simanjuntak A., Santoso A, Ghazali P.L. & Bon A.T. 2019. ARIMA-GARCH Model for Estimation of Value-at-Risk and Expected shortfall of Some Stocks in Indonesian Capital Market. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Riyadh, Saudi Arabia*, November 26-28 2019, 327-334. Saudi Arabia.
- [13] Tsay R..S. 2010. *Analysis of Financial Time Series*, Third Edition. John Wiley & Sons. Inc., New York.
- [14] Yamai Y. & Yoshiba T. 2002. On the Validity of Value-at-Risk: Comparative Analysis with Expected Shortfall. *Monetary and Economic Studies*. Vol 20, No. 1, 57-85.