

ANALISIS *VOLATILITY CLUSTERING* DAN KARAKTERISTIK *TAIL RISK* PADA *RETURN* EMAS ANTAM INDONESIA

Antika Zahrotul Kamalia¹, Utomo Budiyanto²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik¹

Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi²

Universitas Pelita Bangsa¹

Universitas Budi Luhur²

Jalan Inspeksi Kalimalang, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi¹

Jalan Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan²

antika.kamalia@pelitabangsa.ac.id¹, utomo.budiyanto@budiluhur.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *volatility clustering* dan karakteristik *tail risk* pada *return* emas Antam Indonesia. Data yang digunakan berupa harga emas Antam harian yang ditransformasikan menjadi *return* logaritmik. Metode analisis meliputi statistik deskriptif, uji normalitas *Jarque-Bera*, uji stasioneritas *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), analisis *Autocorrelation Function* (ACF), uji *Ljung-Box*, uji ARCH-LM, serta pengukuran *tail risk* menggunakan *Historical Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *return* emas Antam tidak berdistribusi normal, memiliki *fat tails*, serta menunjukkan adanya *volatility clustering* dan efek ARCH. Hasil uji ADF menunjukkan bahwa *return* bersifat stasioner. Pengukuran VaR dan ES menunjukkan adanya potensi kerugian ekstrem pada tingkat risiko 1% dan 5%, sedangkan hasil *exceedance* yang mendekati tingkat risiko yang diharapkan menunjukkan bahwa pendekatan VaR historis cukup relevan dalam menggambarkan risiko ekor. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun emas Antam sering dianggap sebagai aset aman, risiko volatilitas dan kerugian ekstrem tetap perlu diperhatikan dalam pengambilan keputusan investasi. Selain memberikan gambaran statistik mengenai risiko emas Antam, hasil penelitian ini juga berkontribusi pada bidang *Data Science* dalam konteks *Computational Finance* dengan menyediakan dasar analitik untuk pembentukan fitur risiko, identifikasi sinyal volatilitas, serta pengembangan model prediksi risiko berbasis *artificial intelligence* atau *machine learning*.

Kata Kunci: Emas Antam, *Data Science*, *Tail risk*, *Value-at-Risk*, *Volatility clustering*

Abstract

This study aims to analyze volatility clustering and tail risk characteristics in Indonesian Antam gold returns. The data used in this study consist of daily Antam gold prices, which are transformed into logarithmic returns. The analytical methods include descriptive statistics, the Jarque-Bera normality test, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) stationarity test, Autocorrelation Function (ACF) analysis, the Ljung-Box test, the ARCH-LM test, and tail risk measurement using Historical Value-at-Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES). The results show that Antam gold returns are not normally distributed, exhibit fat tails, and indicate the presence of volatility clustering and ARCH effects. The ADF test confirms that the return series is stationary. The VaR and ES measurements indicate potential extreme losses at the 1% and 5% risk levels, while the exceedance results, which are close to the expected risk levels, suggest that the historical VaR approach is reasonably relevant in describing tail risk. These findings confirm that although Antam gold is often considered a safe-haven asset, volatility risk and extreme losses should still be considered in investment decision-making. In addition to providing a statistical overview of Antam gold risk, this study also contributes to the field of Data Science in the context of Computational Finance by providing an analytical foundation for risk feature construction, volatility signal identification, and the development of risk prediction models based on artificial intelligence or machine learning.

Keywords: Antam Gold, *Data Science*, *Tail risk*, *Value-at-Risk*, *Volatility clustering*

PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu instrumen investasi yang banyak digunakan masyarakat sebagai aset lindung nilai (*safe haven*) pada saat terjadi ketidakpastian ekonomi dan fluktuasi pasar keuangan (Kamalia, 2019; Kamalia, Latansa, et al., 2026). Di Indonesia, emas Antam menjadi salah satu produk investasi emas yang populer karena memiliki tingkat likuiditas dan kepercayaan yang tinggi.

Dalam beberapa tahun terakhir, pergerakan harga emas Antam menunjukkan fluktuasi yang cukup dinamis akibat pengaruh kondisi ekonomi global, inflasi, nilai tukar, dan ketidakpastian geopolitik. Data *return* aset keuangan umumnya memiliki karakteristik yang berbeda dengan asumsi distribusi normal (Campiglio et al., 2023). *Return* keuangan sering menunjukkan fenomena *volatility clustering*, yaitu periode volatilitas tinggi yang cenderung diikuti oleh volatilitas tinggi lainnya, serta adanya *fat tails* yang menunjukkan probabilitas kejadian ekstrem lebih besar dibandingkan distribusi normal (Tabot & Enow, 2023). Karakteristik tersebut menyebabkan analisis risiko keuangan menjadi penting, khususnya dalam memahami potensi kerugian ekstrem pada investasi emas.

Penelitian terkait emas Antam di Indonesia telah berkembang pada aspek prediksi harga, klasifikasi kondisi pasar, dan analisis sentimen. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan berbasis time series seperti GRU relevan untuk menangkap ketergantungan temporal dan pola non-linear pada data harga, meskipun performanya sangat bergantung pada konfigurasi model dan karakteristik data (Kamalia, Utami, et al., 2026). Selain itu, penelitian lain mengenai klasifikasi kondisi pasar emas Antam menemukan bahwa fitur volatilitas dan momentum lebih informatif dibandingkan perubahan harga harian tunggal dalam memetakan rezim pasar (Kamalia, Latansa, et al., 2026). Penelitian berbasis sentimen juga menunjukkan bahwa sinyal sosial terkait emas Antam lebih tepat diposisikan sebagai proksi persepsi risiko daripada prediktor harga langsung (Kamalia, Wibowo, et al., 2026).

Di sisi lain, kajian yang secara khusus membahas *volatility clustering* dan karakteristik *tail risk* pada *return* emas Antam Indonesia masih relatif terbatas. Padahal, identifikasi pola volatilitas, efek ARCH, distribusi berekor tebal, serta pengukuran risiko ekstrem menggunakan *Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) penting untuk memahami risiko investasi emas secara lebih komprehensif. Dalam perspektif *Data Science* pada konteks *Computational Finance*, analisis *volatility clustering* dan *tail risk* tidak hanya berfungsi sebagai evaluasi statistik keuangan, tetapi juga sebagai tahap eksplorasi data yang penting sebelum pengembangan model prediksi risiko. Identifikasi pola volatilitas, *fat tails*, dan efek ARCH dapat digunakan untuk memahami karakteristik data, menentukan fitur risiko yang relevan, serta merancang sistem peringatan dini berbasis *machine learning*.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi komputasional karena menyediakan dasar analitik bagi pengembangan model prediksi risiko investasi emas yang lebih adaptif terhadap perubahan volatilitas pasar. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik *volatility clustering* dan *tail risk* pada *return* emas Antam Indonesia menggunakan statistik deskriptif, uji stasioneritas, analisis autokorelasi, uji ARCH *effect*, serta pendekatan historis VaR dan ES. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian risiko investasi emas dan menjadi referensi bagi investor dalam memahami risiko ekstrem pada pasar emas Indonesia.

PENELITIAN RELEVAN

Penelitian mengenai volatilitas dan risiko pada aset keuangan telah banyak dilakukan karena *return* aset finansial umumnya menunjukkan pola volatilitas yang tidak konstan. (Tabot & Enow, 2023) menjelaskan bahwa *volatility clustering* merupakan karakteristik penting pada pasar keuangan, yaitu ketika periode volatilitas tinggi cenderung diikuti oleh volatilitas tinggi berikutnya, sedangkan periode volatilitas rendah cenderung diikuti oleh volatilitas rendah. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan ARCH dan GARCH pada beberapa pasar saham internasional dan menemukan adanya *volatility clustering* yang signifikan, sehingga model volatilitas dinamis diperlukan dalam analisis risiko pasar.

Dalam konteks emas, (Cankaya & Konuklar, 2023) menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi harga emas menggunakan model EGARCH. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa harga emas memiliki struktur volatilitas yang dinamis, persisten, dan dipengaruhi oleh variabel pasar global seperti indeks dolar, suku bunga, minyak, perak, serta indeks saham. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa emas sebagai instrumen investasi tidak sepenuhnya bebas risiko, karena harga emas tetap dapat mengalami fluktuasi dan respons asimetris terhadap perubahan kondisi pasar.

Penelitian yang lebih dekat dengan konteks Indonesia dilakukan oleh (Sulistyowati et al., 2025), yang memprediksi volatilitas harga emas Antam menggunakan model GARCH. Data harga emas harian Antam diubah menjadi *return* logaritmik, kemudian diuji stasioneritas dan efek ARCH. Hasil

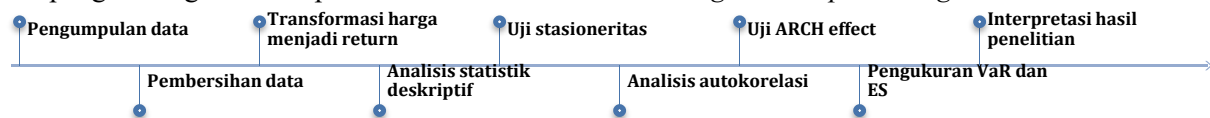
penelitian tersebut menunjukkan adanya heteroskedastisitas pada *return* emas, sehingga model GARCH dinilai sesuai untuk memodelkan volatilitas harga emas Antam.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang membahas prediksi harga emas, pemodelan volatilitas dengan GARCH, klasifikasi kondisi pasar, serta analisis sentimen, sebagian besar kajian masih berfokus pada akurasi prediksi atau pemodelan volatilitas secara terpisah. Kajian yang secara khusus menghubungkan karakteristik *volatility clustering*, *fat tails*, efek ARCH, VaR, dan *Expected Shortfall* sebagai dasar pembentukan fitur risiko untuk pengembangan model artificial intelligence atau machine learning masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks *Return* emas Antam Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menyediakan analisis eksploratif berbasis data yang dapat digunakan sebagai fondasi awal dalam pengembangan sistem prediksi risiko investasi emas berbasis *Data Science* dalam konteks *Computational Finance*.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan analisis deret waktu (*time series*). Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis karakteristik volatilitas dan risiko ekstrem pada *return* emas Antam Indonesia. Fokus penelitian berdasarkan Gambar 1 diarahkan pada identifikasi *volatility clustering*, distribusi tidak normal, *fat tails*, efek ARCH, serta pengukuran *tail risk* menggunakan *Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES). Dalam konteks *Data Science* pada konteks *Computational Finance*, tahapan analisis pada penelitian ini diposisikan sebagai proses eksplorasi dan ekstraksi informasi risiko dari data deret waktu keuangan. Uji stasioneritas digunakan untuk memastikan kelayakan data dalam pemodelan deret waktu, ACF dan *Ljung-Box* digunakan untuk mengidentifikasi pola dependensi, ARCH-LM digunakan untuk mendeteksi dinamika volatilitas bersyarat, sedangkan VaR dan ES digunakan untuk membentuk indikator risiko ekstrem. Seluruh tahapan tersebut dapat menjadi dasar dalam pembentukan fitur risiko, penentuan label risiko, dan pengembangan model prediksi berbasis *machine learning* atau *deep learning*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Objek dan Data Penelitian

Objek penelitian ini adalah harga emas Antam Indonesia. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa harga emas Antam harian. Data tersebut diolah menjadi *return* logaritmik untuk menganalisis perubahan harga dari waktu ke waktu. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada analisis *return* emas Antam pada formula 1, khususnya terkait volatilitas, autokorelasi, dan risiko kerugian ekstrem.

Return logaritmik dihitung dengan (Guliyev & Bethlendi, 2025):

$$r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (1)$$

Keterangan:

r_t = *return* emas Antam pada periode ke- t

P_t = harga emas Antam pada periode ke- t

P_{t-1} = harga emas Antam pada periode sebelumnya

$\ln$ = logaritma natural

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan beberapa tahap. Pertama, dilakukan analisis statistik deskriptif untuk mengetahui karakteristik dasar *return*, meliputi mean, standar deviasi, nilai minimum, maksimum, *skewness*, kurtosis, dan uji normalitas *Jarque-Bera*. Analisis ini digunakan untuk melihat apakah *return* emas Antam memiliki distribusi normal atau menunjukkan karakteristik *fat tails*.

Kedua, dilakukan uji stasioneritas menggunakan *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) untuk memastikan bahwa data *return* layak digunakan dalam analisis deret waktu. Ketiga, dilakukan analisis *Autocorrelation Function* (ACF) pada *return* dan *Squared Return*. ACF *Return* digunakan

untuk melihat pola autokorelasi pada *return*, sedangkan ACF *Squared Return* digunakan untuk mengidentifikasi adanya *volatility clustering*.

Keempat, dilakukan uji *Ljung-Box* dan ARCH-LM. Uji *Ljung-Box* digunakan untuk menguji autokorelasi secara statistik, sedangkan uji ARCH-LM digunakan untuk mengetahui adanya efek heteroskedastisitas bersyarat pada *return* emas Antam.

Pengukuran *Tail risk*

Pengukuran *tail risk* dilakukan menggunakan pendekatan *Historical Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada tingkat signifikansi 1% dan 5%. VaR berdasarkan formula 2 digunakan untuk mengukur potensi kerugian maksimum pada tingkat risiko tertentu, sedangkan ES berdasarkan formula 3 digunakan untuk menghitung rata-rata kerugian ketika *return* berada di bawah batas VaR.

VaR historis dinyatakan sebagai (Keintjem et al., 2026):

$$\text{VaR}_\alpha = Q_\alpha(r_t) \quad (2)$$

Keterangan:

VaR_α = nilai *Value-at-Risk* pada tingkat signifikansi α

$Q_\alpha(r_t)$ = kuantil *return* historis pada tingkat signifikansi α

α = tingkat signifikansi, yaitu 1% dan 5%

r_t = *return* emas Antam

Expected Shortfall dihitung dengan (Nordström, 2024):

$$\text{ES}_\alpha = \text{rata-rata}(r_t \mid r_t \leq \text{VaR}_\alpha) \quad (3)$$

Keterangan:

ES_α = nilai *Expected Shortfall* pada tingkat signifikansi α

r_t = *return* emas Antam

VaR_α = nilai *Value-at-Risk* pada tingkat signifikansi α

Selain itu, dilakukan analisis *exceedance* untuk membandingkan tingkat pelanggaran aktual terhadap nilai VaR dengan tingkat pelanggaran yang diharapkan.

Exceedance Rate = Jumlah *return* yang lebih kecil dari VaR / Jumlah seluruh observasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Harga Emas Antam

Berdasarkan data harga emas Antam periode 2010–2025, terlihat bahwa harga emas mengalami kecenderungan meningkat dalam jangka panjang meskipun terdapat beberapa periode fluktuasi. Kenaikan harga tersebut menunjukkan bahwa emas Antam memiliki karakteristik sebagai aset investasi yang relatif diminati masyarakat, terutama pada periode ketidakpastian ekonomi.

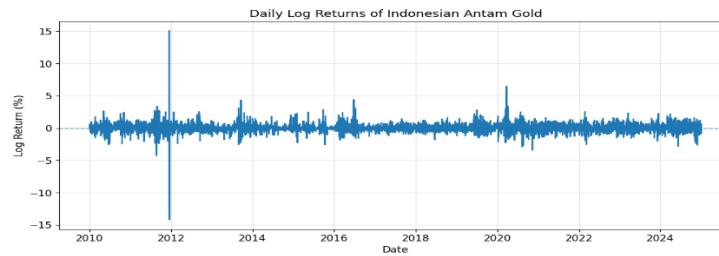


Gambar 2. Pergerakan Harga Emas Antam 2010–2025

Pembahasan pada Gambar 2 menampilkan pergerakan harga emas Antam selama periode pengamatan dan diarahkan untuk menunjukkan bahwa harga emas tidak bergerak secara linier, tetapi mengalami perubahan yang cukup tajam pada beberapa periode tertentu. Pola ini menjadi dasar penting untuk menganalisis *return*, karena analisis risiko keuangan umumnya tidak dilakukan langsung pada harga, melainkan pada perubahan harga atau *return* (Prakash et al., 2021).

Karakteristik *Return* Emas Antam

Harga emas Antam kemudian ditransformasikan menjadi *return* logaritmik harian. Transformasi ini dilakukan agar analisis lebih berfokus pada perubahan harga dari waktu ke waktu.



Gambar 3. Return Harian Emas Antam

Return emas Antam berdasarkan Gambar 3 tampak berfluktuasi di sekitar nilai nol. Namun, pada beberapa periode terlihat adanya lonjakan *return* positif maupun negatif yang cukup besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun rata-rata *return* cenderung kecil, risiko perubahan harga ekstrem tetap dapat terjadi (Dzidzornu & Tamakloe, 2025).

Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa mean *return* sebesar 0,000297, sehingga rata-rata *return* harian emas Antam relatif mendekati nol. Standar deviasi sebesar 0,007259 menunjukkan adanya fluktuasi *return* harian. Nilai *skewness* sebesar 0,733353 menunjukkan distribusi *return* cenderung miring ke kanan, sedangkan kurtosis sebesar 81,537496 menunjukkan distribusi sangat *leptokurtic* atau memiliki ekor gemuk (*fat tails*).

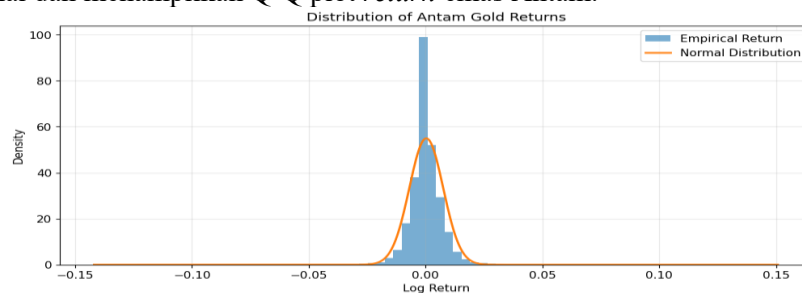
Tabel 1. Statistik Deskriptif Return Emas Antam

Ukuran Statistik	Nilai
Mean	0,000297
Standar Deviasi	0,007259
<i>Skewness</i>	0,733353
Kurtosis	81,537496
<i>Jarque-Bera p-value</i>	0,000000

Berdasarkan Tabel 1, nilai kurtosis yang jauh lebih besar dari 3 menunjukkan bahwa *return* emas Antam memiliki peluang kejadian ekstrem yang lebih besar dibandingkan dengan distribusi normal. Selain itu, nilai *Jarque-Bera p-value* sebesar 0,000000 menunjukkan bahwa distribusi *return* tidak berdistribusi normal.

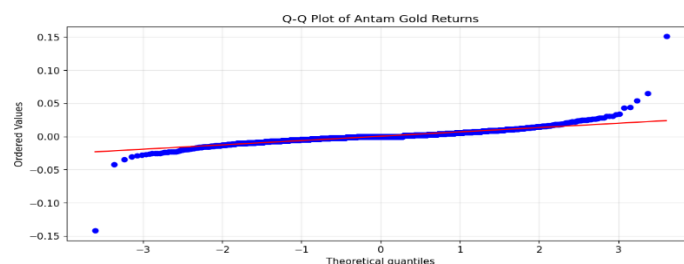
Distribusi Return dan Fat tails

Distribusi *return* emas Antam dianalisis menggunakan histogram *return* yang dibandingkan dengan distribusi normal dan menampilkan Q-Q plot *return* emas Antam.



Gambar 4. Distribusi Return Emas Antam dan Distribusi Normal

Berdasarkan Gambar 4, distribusi *return* terlihat lebih runcing di bagian tengah dan memiliki ekor yang lebih tebal dibandingkan dengan distribusi normal. Hal ini menguatkan hasil statistik deskriptif, terutama nilai kurtosis yang sangat tinggi.



Gambar 5. Q-Q Plot Return Emas Antam

Pada Gambar 5, titik-titik data pada bagian ekor tampak menyimpang dari garis normal. Penyimpangan ini menunjukkan bahwa *return* emas Antam tidak mengikuti distribusi normal, terutama pada bagian ekstrem. Dengan demikian, penggunaan model risiko yang hanya mengandalkan asumsi normalitas berpotensi meremehkan risiko kerugian ekstrem(Soleymani et al., 2025; Syalsabila et al., 2025).

Uji Stasioneritas Return

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan Augmented Dickey-Fuller (ADF). Hasil uji menunjukkan bahwa nilai ADF *p-value* sebesar 0.000, lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05. Dengan demikian, *return* emas Antam dinyatakan stasioner.

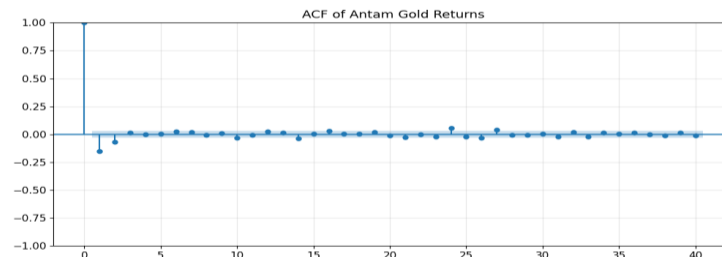
Tabel 2. Hasil Uji Stasioneritas ADF

Uji	<i>p-value</i>	Kesimpulan
ADF	0.000	<i>Return</i> stasioner

Berdasarkan Tabel 2, hasil ini menunjukkan bahwa data *return* layak digunakan untuk analisis deret waktu. Stasioneritas penting karena banyak metode analisis keuangan mensyaratkan data *return* memiliki rata-rata dan varians yang relatif stabil dalam periode pengamatan (Rafulta et al., 2025).

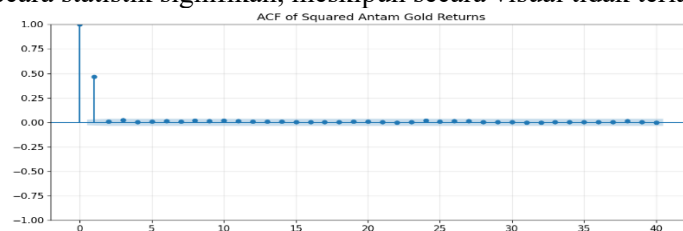
Volatility clustering pada Return Emas Antam

Untuk mengidentifikasi pola *volatility clustering*, penelitian ini menggunakan analisis ACF pada *return* dan *Squared Return*.



Gambar 6. ACF *Return* Emas Antam

Berdasarkan Gambar 6, autokorelasi pada *return* relatif kecil dan cepat menurun. Hal ini menunjukkan bahwa *return* harian tidak memiliki pola linier yang kuat pada rata-ratanya. Namun, hasil *Ljung-Box* pada *return* tetap menunjukkan *p-value* yang sangat kecil, sehingga terdapat indikasi autokorelasi yang secara statistik signifikan, meskipun secara visual tidak terlalu dominan.



Gambar 7. ACF *Squared Return* Emas Antam

Berbeda dengan *return* biasa, Gambar 7 menunjukkan bahwa *Squared Return* memiliki autokorelasi yang lebih jelas pada beberapa lag awal. Pola ini mengindikasikan adanya *volatility clustering*, yaitu kondisi ketika periode volatilitas tinggi cenderung diikuti oleh periode volatilitas tinggi berikutnya, sedangkan periode volatilitas rendah cenderung diikuti oleh volatilitas rendah(Lawuobahsumo et al., 2022).

Tabel 3. Hasil Uji Ljung-Box

Variabel	Lag	<i>p-value</i>	Kesimpulan
<i>Return</i>	10	< 0,001	Terdapat autokorelasi
<i>Return</i>	20	< 0,001	Terdapat autokorelasi
<i>Squared Return</i>	10	< 0,001	Terdapat <i>volatility clustering</i>
<i>Squared Return</i>	20	< 0,001	Terdapat <i>volatility clustering</i>

Berdasarkan Tabel 3, hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik risiko emas Antam lebih kuat terlihat pada varians atau volatilitasnya dibandingkan dengan rata-rata *return*. Dengan demikian, fokus analisis pada volatilitas dan risiko ekor menjadi relevan.

ARCH Effect pada Return Emas Antam

Uji ARCH-LM digunakan untuk mengetahui apakah varians *return* emas Antam bersifat konstan atau berubah mengikuti informasi masa lalu. Hasil uji menunjukkan bahwa ARCH LM *p-value* sebesar 0,000000, sehingga hipotesis nol tidak adanya ARCH effect ditolak.

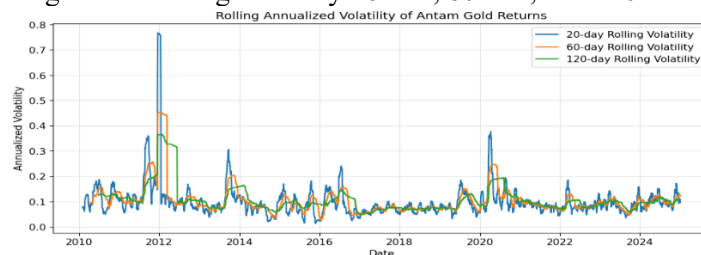
Tabel 4. Hasil Uji ARCH-LM

Uji	<i>p-value</i>	Kesimpulan
ARCH-LM	0,000000	Terdapat ARCH effect

Berdasarkan Tabel 4, temuan ini menunjukkan bahwa *return* emas Antam memiliki heteroskedastisitas bersyarat. Artinya, volatilitas *return* pada periode tertentu dipengaruhi oleh volatilitas pada periode sebelumnya. Hasil ini memperkuat temuan ACF *Squared Return* bahwa *return* emas Antam memiliki pola *volatility clustering*.

Rolling Volatility Emas Antam

Analisis rolling volatility dilakukan untuk melihat perubahan volatilitas *return* dari waktu ke waktu. Dalam penelitian ini digunakan rolling volatility 20 hari, 60 hari, dan 120 hari.



Gambar 8. Rolling Volatility Return Emas Antam

Berdasarkan Gambar 8, volatilitas *return* emas Antam tidak bersifat konstan. Terdapat periode tertentu ketika volatilitas meningkat tajam, kemudian kembali menurun pada periode berikutnya. Pola ini memperjelas adanya perubahan risiko yang bersifat dinamis sepanjang waktu.

Rolling volatility 20 hari lebih sensitif terhadap perubahan jangka pendek, sedangkan rolling volatility 60 dan 120 hari memberikan gambaran volatilitas yang lebih stabil. Perbedaan pola ini menunjukkan bahwa risiko investasi emas dapat berubah tergantung horizon waktu yang digunakan (Chairunisa & Ramdania, 2026).

Pengukuran Tail risk Menggunakan VaR dan ES

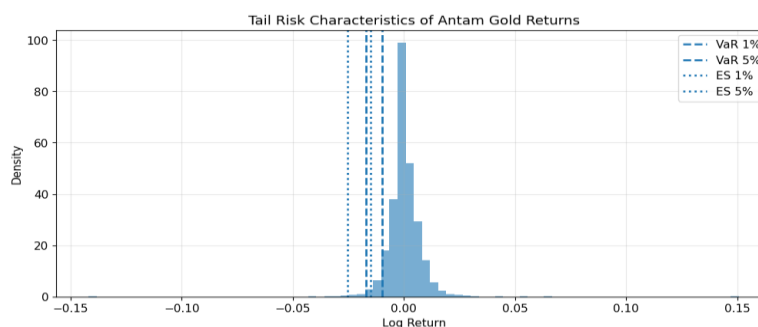
Pengukuran *tail risk* dilakukan menggunakan *Historical Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada tingkat signifikansi 1% dan 5%.

Tabel 5. Hasil Pengukuran VaR dan Expected Shortfall

Ukuran Risiko	Nilai
VaR 1%	-0,017075
VaR 5%	-0,009698
ES 1%	-0,025253
ES 5%	-0,014819

Berdasarkan Tabel 5, hasil tersebut menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 1%, nilai VaR sebesar -0,017075. Artinya, dalam 1% kondisi terburuk, *return* harian emas Antam dapat mengalami kerugian sekitar 1,7075% atau lebih buruk. Sementara itu, VaR 5% sebesar -0,009698 menunjukkan bahwa dalam 5% kondisi terburuk, potensi kerugian harian mencapai sekitar 0,9698%.

Nilai ES 1% sebesar -0,025253 menunjukkan bahwa ketika kerugian melewati batas VaR 1%, rata-rata kerugian yang terjadi mencapai sekitar 2,5253%. Nilai ES yang lebih besar daripada VaR menunjukkan bahwa kerugian ekstrem setelah melewati ambang VaR dapat menjadi lebih besar dari batas risiko awal.



Gambar 9. Distribusi *Return* dengan Batas VaR dan ES

Berdasarkan Gambar 9, garis VaR dan ES berada pada sisi kiri distribusi *return*. Posisi ini menunjukkan area kerugian ekstrem atau *tail risk*. Temuan ini penting karena investor tidak hanya perlu mengetahui fluktuasi rata-rata, tetapi juga potensi kerugian besar pada kondisi pasar ekstrem.

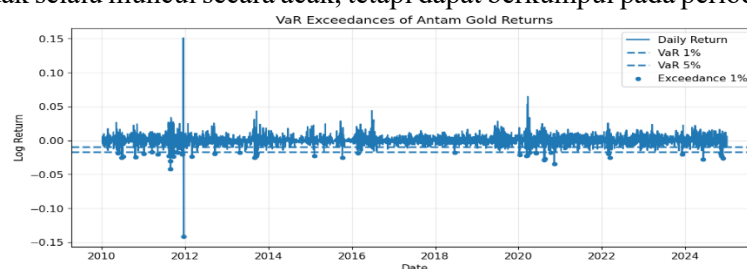
Analisis Exceedance VaR

Analisis *exceedance* berdasarkan Tabel 6 dilakukan untuk membandingkan tingkat pelanggaran aktual terhadap nilai VaR dengan tingkat pelanggaran yang diharapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa actual *exceedance rate* pada tingkat 1% sebesar 1,0153%, sedangkan pada tingkat 5% sebesar 5,0090%.

Tabel 6. Hasil Analisis Exceedance

Tingkat Risiko	Expected Exceedance Rate	Actual Exceedance Rate	Kesimpulan
1%	1,0000%	1,0153%	Mendekati nilai harapan
5%	5,0000%	5,0090%	Mendekati nilai harapan

Titik-titik *exceedance* berdasarkan Gambar 10, menunjukkan periode ketika *return* berada di bawah batas VaR. Beberapa *exceedance* tampak terjadi berdekatan, sehingga mendukung temuan bahwa risiko ekstrem tidak selalu muncul secara acak, tetapi dapat berkumpul pada periode volatilitas tinggi.



Gambar 10. Exceedance *Return* terhadap Batas VaR

Hasil actual *exceedance rate* yang mendekati *expected exceedance rate* menunjukkan bahwa pendekatan VaR historis cukup sesuai dalam menggambarkan risiko ekor berdasarkan data historis. Namun, interpretasi ini perlu dilakukan secara hati-hati karena VaR historis sangat bergantung pada pola data masa lalu (Madega et al., 2026).

Implikasi Empiris terhadap Risiko Investasi Emas Antam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *return* emas Antam memiliki karakteristik risiko yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui rata-rata *return*. Meskipun mean *return* cenderung kecil, nilai kurtosis yang tinggi, distribusi tidak normal, serta keberadaan *fat tails* menunjukkan bahwa *return* emas Antam memiliki peluang kejadian ekstrem yang lebih besar dibandingkan asumsi distribusi normal. Temuan adanya *volatility clustering* dan ARCH effect mengindikasikan bahwa volatilitas emas Antam bersifat dinamis dan tidak konstan sepanjang waktu. Artinya, periode risiko tinggi dapat berlanjut pada periode berikutnya, sehingga investor perlu memperhatikan kondisi volatilitas historis sebelum mengambil keputusan investasi. Emas Antam memang sering dipandang sebagai aset yang relatif aman, tetapi hasil penelitian ini menunjukkan bahwa risiko kerugian ekstrem tetap dapat terjadi, terutama pada periode pasar yang tidak stabil.

Hasil pengukuran *Value-at-Risk* dan *Expected Shortfall* memperkuat bahwa analisis risiko investasi emas perlu mempertimbangkan bagian ekor distribusi. Nilai ES yang lebih besar daripada VaR menunjukkan bahwa ketika kerugian telah melewati batas risiko tertentu, potensi kerugian rata-rata

dapat menjadi lebih besar. Oleh karena itu, investor tidak cukup hanya melihat tren kenaikan harga emas, tetapi juga perlu memahami kemungkinan kerugian ekstrem.

Secara empiris, temuan ini memberikan dasar bahwa pengelolaan risiko investasi emas Antam sebaiknya menggunakan pendekatan yang mampu menangkap volatilitas dinamis dan risiko ekor. Keberadaan *fat tails*, *volatility clustering*, dan heteroskedastisitas bersyarat juga menjadi dasar awal bagi pengembangan model peramalan risiko yang lebih adaptif, seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM), khususnya untuk peramalan *tail risk* dan estimasi *Value-at-Risk* secara dinamis.

Dari sisi komputasi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *return* emas Antam memiliki pola risiko yang dapat dimanfaatkan sebagai masukan dalam pengembangan model prediksi risiko. Variabel seperti *rolling volatility*, *Squared Return*, indikator *exceedance* VaR, dan karakteristik *tail risk* dapat dikembangkan menjadi fitur prediktif dalam model *machine learning* atau *deep learning*. Selain itu, hasil VaR dan ES dapat digunakan sebagai dasar pembentukan label risiko, misalnya kategori normal, waspada, dan siaga. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan temuan statistik, tetapi juga menyediakan fondasi awal untuk pengembangan sistem prediksi dan peringatan dini risiko investasi emas berbasis data.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, *return* emas Antam Indonesia menunjukkan karakteristik *fat tails*, tidak berdistribusi normal, serta mengandung *volatility clustering* dan efek ARCH. Hasil uji ADF menunjukkan bahwa *return* bersifat stasioner dan layak digunakan dalam analisis deret waktu. Pengukuran *tail risk* menggunakan *Historical Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) menunjukkan adanya potensi kerugian ekstrem pada tingkat risiko 1% dan 5%, sedangkan hasil *exceedance* yang mendekati tingkat risiko yang diharapkan menunjukkan bahwa VaR historis cukup relevan dalam menggambarkan risiko ekor.

Kontribusi penelitian ini adalah menyediakan dasar analitik risiko berbasis *Data Science* dalam konteks *Computational Finance* untuk memahami perilaku *return* emas Antam Indonesia. Temuan mengenai *fat tails*, *volatility clustering*, efek ARCH, VaR, ES, dan *exceedance* dapat digunakan sebagai dasar pembentukan fitur dan indikator risiko dalam pengembangan model prediksi berbasis *artificial intelligence* atau *machine learning*, seperti LSTM, GRU, Random Forest, XGBoost, atau model hybrid *deep learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Campiglio, E., Dumas, L., Monnin, P., & von Jagow, A. (2023). Climate-related risks in financial assets. *Journal of Economic Surveys*, 37(3), 950–992. <https://doi.org/10.1111/joes.12525>
- Cankaya, S., & Konuklar, M. (2023). Factors impacting the price of the gold: an empirical study of EGARCH model. *Pressacademia*, 2023(36), 121–129. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2023.1878>
- Chairunisa, R., & Ramdania, D. R. (2026). Redefinisi dinamika safe-haven : pemodelan transisi rezim volatilitas pasar kripto menggunakan hybrid deep learning pasca guncangan harga emas. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 3(1).
- Dzidzornu, S. K. B., & Tamakloe, S. D. (2025). Stylized statistical properties in bloc-based financial markets. *Research in Statistics*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/27684520.2025.2486172>
- Guliyev, B., & Bethlendi, A. (2025). Stablecoins and Key Economic Factors: Analysing Correlations and Spillovers Using the Diebold-Yilmaz Framework. *International Journal of Economics and Finance Studies*, 17(3), 244–268. <https://doi.org/10.34109/ijefs.202517313>
- Kamalia, A. Z. (2019). *Prediksi Harga Emas Dengan Membandingkan Algoritma Naïve Bayes, K-Nearest Neighbor Dan Support Vector Machine Untuk Meminimalkan Resiko Investasi*. President University.
- Kamalia, A. Z., Latansa, C. N., & Rozikin, Z. (2026). Klasifikasi Kondisi Pasar Harga Emas ANTAM Indonesia Menggunakan Algoritma Decision Tree. *Ilmudata.Org*, 2(12), 2022–2023.
- Kamalia, A. Z., Utami, W. T., & Susilo, A. (2026). Pemodelan Prediksi Harga Saham Emas ANTAM Menggunakan Gated Recurrent Unit dan Regresi Linear Berganda pada Time Series. *TECHNOMEDIA: Informatics and Computer Science*, 3(1), 8–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.58641/technomedia.v3i1.185>
- Kamalia, A. Z., Wibowo, A., Riwurohi, J. E., & Hassan, S. (2026). Hybrid Relevance and Sentiment Classification of Indonesian Gold Tweets Using Machine Learning for Market Risk Signal Extraction. *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, 7(1), 292–306. <https://doi.org/10.59395/ijadis.v7i1.1517>
- Keintjem, A., Setiawan, B. D., & Perdana, R. S. (2026). *Analisis komparatif model arima, lstm, dan gru untuk peramalan harga komoditas pangan di kota malang*. 10(1).
- Lawuobahsumo, K. K., Algieri, B., Iania, L., & Leccadito, A. (2022). Exploring Dependence Relationships between Bitcoin and Commodity Returns: An Assessment Using the Gerber Cross-Correlation. *Commodities*, 1(1), 34–49. <https://doi.org/10.3390/commodities1010004>
- Madega, F. J., Tshisikhawe, T. H., Ravele, T., & Sigauke, C. (2026). A Comparative APARCH Volatility Study of

- International Markets. *Economies*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/economies14040116>
- Nordström, T. (2024). *Value-at-Risk And Expected Shortfall Estimation With Skew- Normal Distribution* (Vol. 2). Lahti University of Technology LUT Master's.
- Prakash, P., Sangwan, V., & Singh, K. (2021). Transformational Approach to Analytical *Value-at-Risk* for near Normal Distributions. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/jrfm14020051>
- Rafulta, E., Yanuar, F., Devianto, D., & Maiyastri. (2025). Pemodelan dan Peramalan Volatilitas Memori Panjang pada *Return Saham ANTM Studi Komparatif Model GARCH dan FIGARCH*. *Lattice Journal : Journal of Mathematics Education and Applied*, 5(1), 75–89. <https://doi.org/10.30983/lattice.v5i1.9525>
- Soleymani, F., Ma, Q., & Liu, T. (2025). Managing the Risk via the Chi-Squared Distribution in VaR and CVaR with the Use in Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Model. *Mathematics*, 13(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/math13091410>
- Sulistiyowati, N., Idhom, M., & Wara, S. S. M. (2025). Prediksi volatilitas harga emas dengan model garch. *Prosiding Nasional 2025 Universitas Abdurachman Saleh Situbondo*, 144–153.
- Syalsabila, A., Ikhwana, N., Tri Utomo, A., Ramzy Rahmanda, L., & Rais, Z. (2025). Perbandingan Model *Value-at-Risk* (VaR) Hybrid GARCH-EVT dan Model Standar dalam Pengukuran Risiko Ekstrem pada Portofolio Saham Sektoral di Indonesia. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 7(3), 192–204. <https://doi.org/10.35580/variansiunm461>
- Tabot, S., & Enow, S. T. (2023). Exploring *Volatility clustering* Financial Markets and Its Implication. *Journal of Economic and Social Development (JESD)-Resilient Society*, 10(2), 81–85. <https://www.researchgate.net/publication/373833253>