

Evaluasi Ketepatan Model Value-at-Risk Harga Emas di Era Ketidakstabilan Pasar Komoditas dengan Kupiec Test

Lailatul Maziyah Wildan Mufaridho^{*1}, Khaerun Nisa SH², Dewi Susanawati³, Ani Nuraini⁴

^{1,3,4} Program Studi Sains Aktuaria, Universitas Darunnajah Jakarta

² Program Studi Akuntansi, Universitas Negeri Makassar

email: Lailatulmufaridho@darunnajah.ac.id¹,

Khaerun.nisa@unm.ac.id², Dewisusanawati@darunnajah.ac.id³,

Aninuraini@darunnajah.ac.id⁴

ABSTRAK

Pasar komoditas global, khususnya harga emas, mengalami volatilitas tinggi dalam beberapa tahun terakhir sebagai akibat dari ketegangan geopolitik, disrupsi rantai pasok, dan kebijakan ekonomi global yang agresif. Dalam konteks ini, pengukuran risiko pasar secara kuantitatif menjadi semakin penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketepatan model Value-at-Risk (VaR) terhadap harga emas menggunakan pendekatan *moving window* serta melakukan validasi model melalui metode *Kupiec Test*. Estimasi VaR dilakukan pada tingkat kepercayaan 95% dengan horizon 250 data harian per window. Hasil menunjukkan adanya 153 exception dari 2.987 observasi. Nilai statistik Kupiec Test sebesar 0,093 berada di bawah nilai kritis distribusi Chi-square (3,84), sehingga hipotesis nol tidak ditolak. Dengan demikian, model VaR dinilai valid dalam mengestimasi risiko harga emas selama periode pengamatan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan VaR berbasis *moving window* mampu menangkap dinamika risiko pasar secara lebih adaptif dan tetap reliabel di tengah ketidakstabilan pasar komoditas global.

Kata kunci: Value-at-Risk, Emas, Backtesting, Kupiec Test

ABSTRACT

Global commodity markets, particularly gold prices, have experienced high volatility in recent years due to geopolitical tensions, supply chain disruptions, and aggressive global economic policies. In this context, quantitative measurement of market risk has become increasingly important. This study aims to evaluate the accuracy of the Value-at-Risk (VaR) model for gold prices using a moving window approach and validate the model using the Kupiec Test method. VaR estimation was performed at a 95% confidence level with a horizon of 250 daily data per window. The results showed 153 exceptions out of 2,987 observations. The Kupiec Test statistic value of 0.093 is below the critical value of the Chi-square distribution (3.84), so the null hypothesis is not rejected. Thus, the VaR model is considered valid in estimating gold price risk during the observation period. This study demonstrates that the moving window-based VaR approach is able to capture market risk dynamics more adaptively and remains reliable amidst global commodity market instability.

Keywords: Value-at-Risk, Gold, Backtesting, Kupiec Test

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pasar komoditas global—khususnya harga emas—mengalami fluktuasi yang signifikan akibat berbagai tekanan eksternal. Ketegangan geopolitik di Timur Tengah, seperti konflik bersenjata antara Israel dan Iran, turut memperbesar ketidakpastian pasar dan mendorong investor untuk mencari aset yang lebih aman. Kondisi ini diperburuk oleh kebijakan moneter agresif dari bank sentral utama dunia, seperti kenaikan suku bunga oleh Federal Reserve dalam upaya mengendalikan inflasi (Federal Reserve Bank of New York). Selain itu, kebijakan dagang proteksionis yang kembali digaungkan oleh Donald Trump, termasuk penerapan tarif tinggi terhadap berbagai negara mitra dagang, semakin memperkuat ketidakpastian ekonomi global dan memicu reaksi negatif dari pasar (The

Washington Post, 2025).

Sebagai aset yang secara historis dipandang sebagai *safe haven*, emas kerap dijadikan sarana lindung nilai (*hedging asset*) di masa krisis (Reuters, 2025). Namun demikian, pergerakan harga emas dalam periode krisis justru dapat menunjukkan dinamika risiko yang lebih kompleks dibandingkan periode normal. Oleh sebab itu, pengukuran risiko pasar emas dengan pendekatan kuantitatif menjadi semakin relevan untuk mendukung pengambilan keputusan investasi maupun kebijakan manajemen risiko.

Value-at-Risk (VaR) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengestimasi potensi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan tertentu (Syuhada et al., 2024). Meskipun pendekatan konvensional Value-at-Risk (VaR) sering kali mengasumsikan distribusi return yang stasioner, metode *moving window* menawarkan fleksibilitas dalam menangkap dinamika perubahan volatilitas dari waktu ke waktu, sehingga menghasilkan estimasi risiko yang lebih adaptif dan minim bias (Purnamasari, 2017). Selain itu, validitas model VaR perlu diuji secara statistik melalui metode backtesting, salah satunya menggunakan Kupiec Test yang menguji kecocokan frekuensi pelanggaran (*exceptions*) dengan tingkat risiko yang ditetapkan (Berger S Moys, 2021).

Metode pengujian ulang (*backtesting*) VaR yang dikembangkan oleh Christoffersen S Pelletier (2005) berkontribusi dalam mengeksplorasi pendekatan baru berdasarkan durasi antar kejadian pelanggaran (*exceptions*) VaR. Penelitian sebelumnya juga dilakukan Purnamasari (2017) yang menerapkan backtesting terhadap VaR menggunakan quantile regression pada data return saham bank syariah. Pada masa covid, Shaik S Padmakumari (2022) melakukan estimasi dan analisis empiris terhadap VaR serta backtesting dengan Kupiec Test pada pasar saham BRICS dan Amerika Serikat.

Mempertimbangkan volatilitas pasar komoditas saat ini, penelitian ini bertujuan melakukan evaluasi ketepatan model VaR terhadap pergerakan harga emas. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *moving window* serta validasi model VaR melalui Kupiec Test. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran empiris mengenai reliabilitas model VaR dalam kondisi pasar yang tidak stabil.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data time series yang merupakan data sekunder berupa data historis harga komoditas harian. Data bersumber dari <http://investing.com/> berupa komoditas ANTAM periode 02 Maret 2012 – 17 Juli 2025 dengan banyak data sebanyak 3237 data. Adapun metode analisis yang digunakan pada penelitian ini memiliki langkah analisa sebagai berikut:

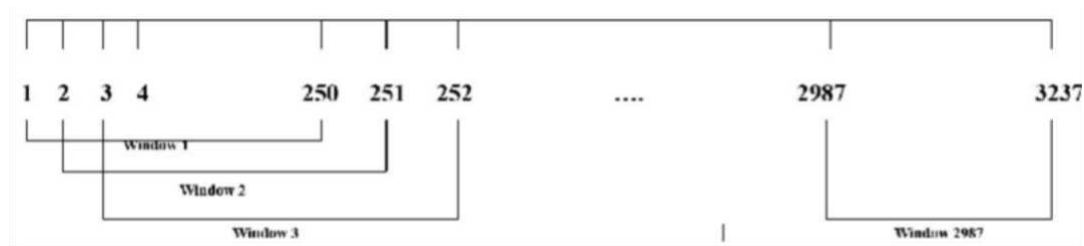
1. Langkah awal yang umum dilakukan dalam menganalisis fluktuasi harga komoditas adalah menghitung return harian. Return ini merepresentasikan tingkat perubahan harga dari satu periode ke periode berikutnya, dan menjadi dasar dalam berbagai analisis risiko. Perhitungan return harian dilakukan dengan menggunakan rumus berikut (Tsay, 2002):

$$r_t = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$$

dengan A_t adalah harga komoditas ANTAM pada waktu ke- t .

2. Estimasi nilai value-at-risk return komoditas ANTAM dengan moving window. Value-at-Risk dengan pendekatan moving window memberikan gambaran dinamis atas risiko kerugian maksimum dalam horizon waktu pendek, menggunakan distribusi

empiris dari return historis yang terus bergeser, dengan setiap window mengandung 250 data return yang merupakan jumlah transaksi komoditas emas (ANTAM) selama setahun.



Gambar 1. Sliding Window

Value at Risk (VaR) merupakan salah satu metode kuantitatif yang paling umum digunakan untuk mengukur risiko pasar suatu aset atau portofolio (McNeil, A. J., 2014; Tse, 2019). Konsep ini mengestimasi potensi kerugian maksimum dalam suatu periode tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu. Persamaan VaR dapat dinyatakan sebagai berikut (Mufaridho, L. S Nisa, K, 2024):

$$VaR_q(R_t) = \inf\{r \in \mathbb{R} : P[R_t \leq r] \geq q\}$$

dengan q merupakan tingkat kepercayaan.

3. Melakukan backtesting dengan metode Kupiec test dengan menentukan nilai failure rate yang dilambangkan dengan 1, sedangkan nilai return yang tidak melebihi VaR dilambangkan dengan 0 (Halilbegovic, 2016). Adapun hipotesis pada uji ini adalah:

H_0 : VaR akurat atau valid

H_1 : VaR tidak akurat atau tidak valid

Menentukan nilai tingkat kepercayaan $q = 95\%$ dan besarnya tingkat failure rate yang diharapkan sebesar $1 - q = 5\%$ dengan statistic uji sebagai berikut:

$$\zeta_{LR} = -2 \ln \left[(q)^{T-N} \cdot (1-q)^N \right] + 2 \ln \left\{ \left[1 - \left(\frac{N}{T} \right) \right]^{T-N} \left(\frac{N}{T} \right)^N \right\}$$

dengan kriteria uji, tolak H_0 jika $\zeta_{LR} > \chi^2_{1;1-q}$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

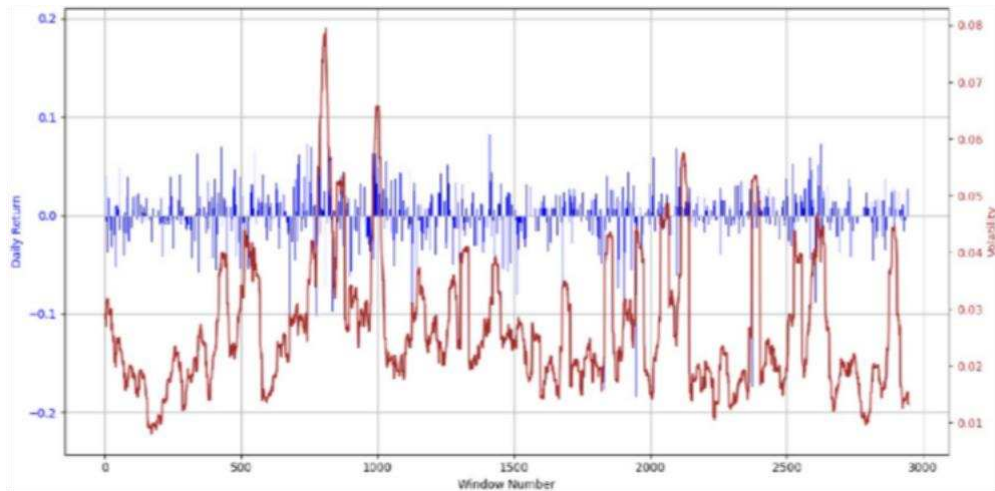
Emas (ANTAM) sering dianggap sebagai aset aman (*safe haven*), meskipun harganya dapat menjadi tidak stabil selama masa krisis. Oleh karena itu, analisis risiko seperti Value-at-Risk (VaR) menjadi penting untuk mengukur potensi kerugian. Keakuratan model VaR tersebut kemudian diuji melalui metode Kupiec Test.

Tabel 1. Statistika deskriptif dari return harian ANTAM

	Mean	Skewnes	Min	Median	Max	Kurtosis	Deviasi
		s					
Return	0,0001	- 1,2112	- 0,2218	0,0000	0,1895	8,5028	0,0287

Return harian mendekati nol dengan distribusi return condong ke kiri. Return harian ANTAM memiliki standar deviasi sekitar 2,87% yang berarti volatilitas cukup tinggi untuk ukuran harian. Ini menandakan bahwa nilai return sering berfluktuasi $\pm 2,87\%$ dari rata-rata. Nilai skewness negatif berarti distribusi return condong ke kiri — atau memiliki ekor kiri (kerugian besar) lebih

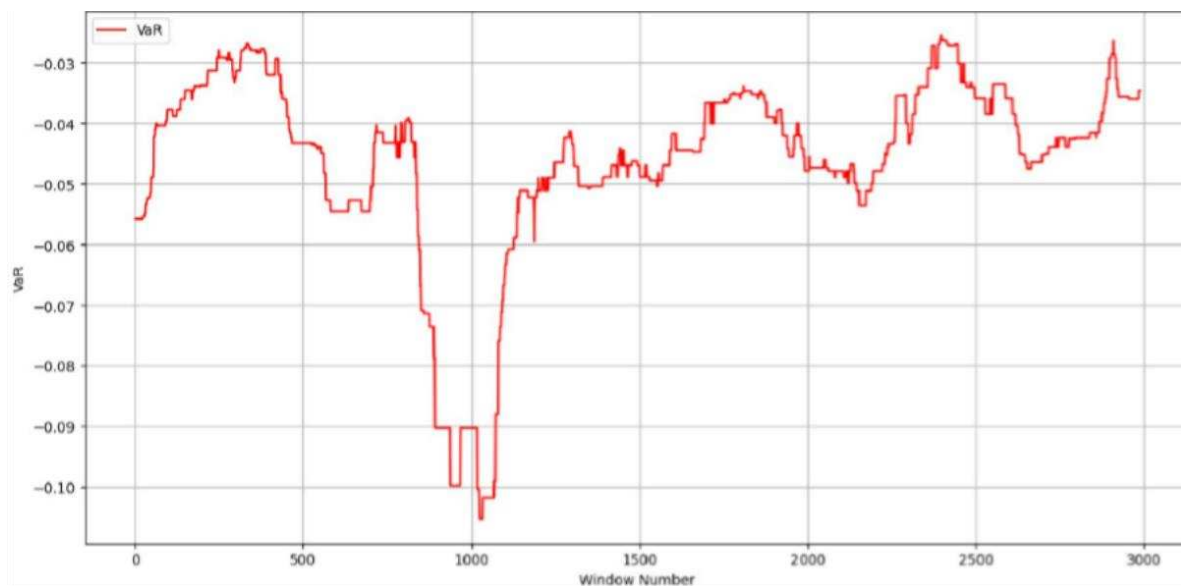
panjang daripada ekor kanan. Artinya, ada lebih banyak peluang kerugian besar dibandingkan keuntungan besar. Selanjutnya diberikan ilustrasi return dengan volatilitas pada gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi return harian dari ANTAM dan volatilitasnya

Ilustrasi di atas memperlihatkan pergerakan return dan volatilitas dengan indeks window yang sejajar. Setiap window merepresentasikan periode bergulir (rolling window) yang digunakan untuk menghitung return dan volatilitas dalam jangka waktu tertentu secara bertahap. Volatilitas window mencerminkan dinamika risiko pasar dari waktu ke waktu, sehingga memungkinkan kita untuk mengamati bagaimana risiko suatu aset berubah, bukan hanya dalam satu titik waktu, tetapi sepanjang periode pengamatan.

Sebagai contoh, volatilitas pada window pertama dihitung dari 250 data return pertama, sedangkan window kedua menggunakan data return dari titik ke-2 hingga ke-251, dan proses ini terus bergeser hingga akhir data. Teknik ini umum digunakan dalam analisis time series untuk mendeteksi perubahan pola risiko dan kestabilan return. Berdasarkan gambar 2, terlihat bahwa volatilitas return ANTAM menunjukkan fluktuasi yang signifikan, menandakan bahwa risiko investasi pada aset ini mengalami perubahan cukup dinamis dari waktu ke waktu. Pergerakan ini bisa mencerminkan respons pasar terhadap berbagai faktor eksternal seperti harga komoditas global, kondisi makroekonomi, atau sentimen investor.



Gambar 3. Ilustrasi VaR setiap window

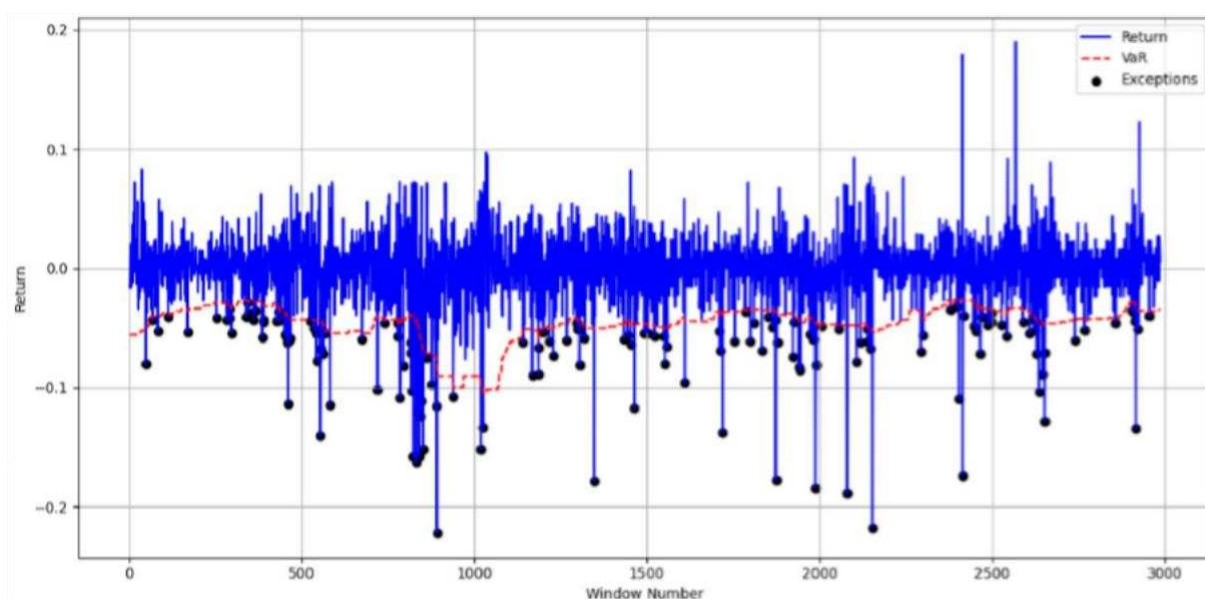
Grafik di atas menampilkan nilai Value-at-Risk (VaR) pada setiap window dari data return harga emas. Sumbu horizontal menunjukkan nomor window (dari 0 hingga sekitar 2987), sementara sumbu vertikal menunjukkan nilai VaR, yang bernilai negatif karena mewakili potensi kerugian maksimum. Pada window awal (window 0 – 500) VaR bergerak di kisaran – 0.04 hingga

– 0.03, hal ini menunjukkan periode risiko relative rendah hingga sedang. Pasar cenderung stabil dengan fluktuasi terbatas. Window 600 – 1000 menunjukkan terdapat penurunan tajam nilai VaR hingga menyentuh sekitar – 0.10 yang merupakan level terendah pada grafik, ini menunjukkan bahwa pada periode ini risiko emas mencapai puncaknya yang kemungkinan besar terjadi peristiwa gejolak pasar seperti krisis geopolitik atau ekonomi besar. Pada periode window 2200 – 2600 menunjukkan pemulihan pasar dan penurunan tekanan risiko. Sedangkan pada window 2700 – 2987 terdapat kecenderungan naik-turun tajam, namun tetap dalam kisaran –

0.045 hingga – 0.03, hal ini mengindikasikan kondisi pasar yang belum sepenuhnya stabil, namun risiko relative lebih rendah dibandingkan titik terendah sebelumnya. Selanjutnya diberikan tabel 2 untuk menunjukkan detail nilai VaR setiap window.

Tabel 2. Daftar nilai VaR setiap window

Window	VaR
1	– 0.055808
2	– 0.055808
3	– 0.055808
4	– 0.055808
5	– 0.055808
⋮	⋮
2983	– 0.035989
2984	– 0.034593
2985	– 0.034593
2986	– 0.034593
2987	– 0.034593



Gambar 4. Ilustrasi dari return ANTAM, VaR, dan Exception sebanyak 153 titik.

Tabel 3 menyajikan nilai return dan estimasi Value-at-Risk (VaR) pada tingkat kepercayaan 95% untuk setiap window. Dalam konteks ini, VaR 95% mengindikasikan bahwa dalam 95% kasus, kerugian yang terjadi tidak akan melebihi nilai VaR yang dihitung. Sebaliknya, dalam 5% kasus, kerugian aktual bisa melampaui batas VaR tersebut—peristiwa ini disebut sebagai exception.

Berdasarkan hasil evaluasi, terdapat 153 exceptions dari total sekitar 2987 observasi window. Ini berarti bahwa pada 153 titik waktu, nilai return aktual lebih rendah (lebih negatif) dibandingkan nilai VaR-nya, sehingga mencerminkan kegagalan model dalam mengantisipasi potensi kerugian ekstrem.

Tabel 3. Daftar Exceptions (Return < VaR)

Exception (Window)	Return	VaR
1 (46)	- 0.080503	- 0.051492
2(66)	- 0.043558	- 0.040412
3(81)	- 0.053169	- 0.040384
4(112)	- 0.053914	- 0.038791
5(167)	- 0.053914	- 0.036042
⋮	⋮	⋮
149(2913)	- 0.044125	- 0.029104
150(2914)	- 0.038319	- 0.029317
151(2916)	- 0.134590	0.032673
152(2923)	- 0.050858	- 0.035618
153(2955)	- 0.040351	- 0.035989

Selanjutnya menggunakan Kupiec Test akan dinilai apakah jumlah exceptions masih dalam batas yang wajar atau tidak.

$$\begin{aligned}
 \zeta LR &= -2 \ln \left[(q)^{T-N} \cdot \left(\frac{1-q}{153} \right)^N \right] + 2 \ln \left\{ \left[1 - \left(\frac{N}{T} \right) \right]^{T-N} \left(\frac{N}{T} \right)^N \right\} \\
 &= -2 \ln \left[(0.95)^{2987-153} \cdot 0.05 \right] + 2 \ln \left\{ \left[1 - \left(\frac{153}{2987} \right) \right]^{2987-153} \left(\frac{153}{2987} \right)^{153} \right\} \\
 &= 0.093
 \end{aligned}$$

Untuk tingkat signifikansi 5%, nilai kritis Chi-Square adalah 3.84, karena $0.093 < 3.84$ maka model VaR 95% dianggap valid. Dengan kata lain, model Value-at-Risk pada tingkat kepercayaan 95% cukup akurat dalam mencerminkan risiko kerugian harga emas selama periode pengamatan.

4. KESIMPULAN

- Hasil estimasi Value-at-Risk (VaR) dengan tingkat signifikansi 5%, yang dilakukan melalui pendekatan *moving window* menunjukkan bahwa risiko harga emas bersifat dinamis dan sangat dipengaruhi oleh kondisi pasar global. Pola VaR yang fluktuatif dari satu window ke window berikutnya mencerminkan respons pasar terhadap ketegangan geopolitik, gangguan rantai pasok global, serta kebijakan ekonomi internasional, seperti konflik Israel-Iran, perang Rusia-Ukraina, dan kebijakan proteksionis yang kembali digaungkan oleh Donald Trump. Meskipun emas secara

historis dianggap sebagai aset safe haven,

hasil ini menunjukkan bahwa dalam periode krisis, volatilitas dan risiko harga emas dapat meningkat secara signifikan.

- Validasi model VaR melalui Kupiec Proportion of Failures (POF) Test menghasilkan nilai statistik sebesar 0,093, yang berada jauh di bawah nilai kritis Chi-square 3,84 pada tingkat signifikansi 5%. Artinya, tidak terdapat perbedaan signifikan antara jumlah exceptions aktual dan yang diharapkan secara teoritis. Dengan demikian, model VaR yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan valid dan andal dalam mengestimasi risiko pasar emas di tengah kondisi pasar yang tidak stabil. Hasil ini mendukung relevansi pendekatan kuantitatif seperti VaR berbasis *moving window* dalam pengelolaan risiko investasi komoditas selama periode ketidakpastian global.

DAFTAR PUSTAKA

- Berger, T., S Moys, G. (2021). Value-at-risk backtesting: Beyond the empirical failure rate. *Expert Systems with Applications*, 177(June 2020), 114893.
- Christoffersen, P. F., S Pelletier, D. (2005). Backtesting Value-at-Risk: A Duration-Based Approach. *SSRN Electronic Journal*, 514.
- Halilbegovic, S. (2016). Backtesting Value at Risk Forecast: the Case of Kupiec Pof-Test. *European Journal of Economic Studies*, 17(3).
- Investing (n.d). Data harga ANTAM. [Online] Tersedia di: www.investing.com[Diakses pada: 17 Juli 2025]
- McNeil, A. J., E. a. (2014). Quantitative risk management: Concepts, techniques and tools. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 7, Issue 2).
- Mufaridho, L. S Nisa, K. (2024). *Threshold for Stop-Loss Reinsurance Modeling Using Expected Shortfall*. 1(2), 1–5.
- Purnamasari, N. A. (2017). *Backtesting untuk Value at Risk pada Data Return Saham Bank Syariah menggunakan Quantile Regression*.
- Reuters. (2025, March 31). *Stocks drop, gold hits record as tariffs stoke recession worries*. [Online] Tersedia di: <https://www.channelnewsasia.com/business/stocks-drop-gold-hits-record-us-tariffs-stoke-recession-worries-5036086> [Diakses pada 23 Juli 2025]
- Shaik, M., S Padmakumari, L. (2022). Value-at-risk (VaR) estimation and backtesting during COVID-19: Empirical analysis based on BRICS and US stock markets. *Investment Management and Financial Innovations*, 19(1), 51–63.
- Syuhada, K., Puspitasari, R., Arnawa, I. K. D., Mufaridho, L., Elonasari, E., Jannah, M., S Rohmawati, A. (2024). Enhancing Value-at-Risk with Credible Expected Risk Models. *International Journal of Financial Studies*, 12(3).
- The Washington Post. (2025, July 20). *Months of Trump's tariffs are shifting supply chains and diplomatic ties*. [Online] Tersedia di: <https://www.washingtonpost.com/business/2025/07/20/trump-tariffs-global-economy-impacts/> [Diakses pada: 23 Juli 2025]
- Tsay. (2002). Analysis of Financial Time Series. In *Technometrics* (Vol. 44, Issue 4).

- Tse, Y.-K. (2019). Non Life Actuarial Models Theory, Method, and Evaluation. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- The Washington Post. (2025, July 20). *Months of Trump's tariffs are shifting supply chains and diplomatic ties*. [Online] Tersedia di:
<https://www.washingtonpost.com/business/2025/07/20/trump-tariffs-global-economy-impacts/> [Diakses pada: 23 Juli 2025]