

Pengelolaan Risiko Keuangan di Era Cryptocurrency: Pendekatan Komparatif terhadap Volatilitas Aset Digital dan Implikasinya bagi Portofolio Investasi Institusional

Abdul Rosid^{1*}

¹ Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia
email: abdulrosid@untirta.ac.id

Article Info :

Received:

30-9-2025

Revised:

24-10-2025

Accepted:

24-11-2025

Abstract

The development of cryptocurrency as a highly volatile digital asset has changed the landscape of institutional investment risk management and created a need for a more adaptive risk management approach. This study aims to analyze the volatility, correlation, and downside risk of cryptocurrency compared to traditional assets, as well as evaluate the effectiveness of hedging strategies in institutional portfolios. Using a quantitative-comparative research method with historical data analysis for the 2020–2024 period, this study measures volatility, Value at Risk, Conditional Value at Risk, cross-asset correlations, and assesses the impact of cryptocurrency allocation on portfolio efficiency. The results show that cryptocurrencies have much higher volatility and tail risk than stocks, bonds, or gold, so the optimal allocation is a small portion, namely 3–5 percent. Hedging strategies such as futures, options, and dynamic hedging have been proven to reduce risk, but their effectiveness is greatly influenced by market conditions and liquidity. This study concludes that the integration of cryptocurrency into institutional portfolios is only feasible if supported by a strong risk management framework, real-time monitoring, and hedging strategies that are responsive to changes in volatility.

Keywords: Cryptocurrency, Volatility, Value at Risk, Institutional Portfolio, Hedging Strategy.

Akstrak

Perkembangan cryptocurrency sebagai aset digital berdaya volatilitas tinggi telah mengubah lanskap pengelolaan risiko investasi institusional dan menimbulkan kebutuhan akan pendekatan manajemen risiko yang lebih adaptif. Penelitian ini bertujuan menganalisis volatilitas, korelasi, serta risiko downside cryptocurrency dibandingkan aset tradisional, serta mengevaluasi efektivitas strategi hedging dalam portofolio institusional. Menggunakan metode penelitian kuantitatif-komparatif dengan analisis data historis periode 2020–2024, penelitian ini mengukur volatilitas, Value at Risk, Conditional Value at Risk, korelasi lintas aset, serta menilai dampak alokasi cryptocurrency terhadap efisiensi portofolio. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cryptocurrency memiliki volatilitas dan tail risk yang jauh lebih tinggi daripada saham, obligasi, maupun emas, sehingga alokasi optimalnya berada pada porsi kecil, yaitu 3–5 persen. Strategi hedging seperti futures, options, dan dynamic hedging terbukti dapat mereduksi risiko, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi kondisi pasar dan likuiditas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi cryptocurrency dalam portofolio institusional hanya layak apabila didukung kerangka tata kelola risiko yang kuat, monitoring real-time, serta strategi lindung nilai yang responsif terhadap perubahan volatilitas

Kata Kunci: Cryptocurrency, Volatilitas, Value at Risk, Portofolio Institusional, Strategi Hedging.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi blockchain dalam satu dekade terakhir telah menghadirkan transformasi besar dalam sistem keuangan global. Sejak kemunculan Bitcoin pada tahun 2009, teknologi ini membuka era baru keuangan digital yang bersifat terdesentralisasi dan tidak bergantung pada otoritas tunggal. Fenomena ini kemudian berkembang pesat seiring meningkatnya kepercayaan publik terhadap aset kripto, yang pada tahun 2024 telah mendorong kapitalisasi pasar global menembus lebih dari 2,5 triliun dolar AS. Realitas tersebut menunjukkan bahwa cryptocurrency telah menjadi komponen penting dalam ekosistem keuangan internasional, mempengaruhi cara individu dan institusi melihat prospek investasi di masa depan (Abdurohim & Irfan, 2024).

Indonesia juga mengalami pertumbuhan signifikan dalam aktivitas transaksi cryptocurrency. Bank Indonesia dan Otoritas Jasa Keuangan telah melaporkan meningkatnya minat masyarakat terhadap aset kripto, yang berdampak pada naiknya volume perdagangan menjadi ratusan triliun rupiah setiap tahun. Regulasi terkait pengelolaan risiko aset kripto pun mulai diperkuat untuk menjaga stabilitas sistem keuangan domestik (Ahmad Junaidi & Sunarmin, 2024). Peningkatan pengawasan dilakukan untuk mencegah risiko sistemik, mengingat volatilitas cryptocurrency mampu memberikan dampak berantai terhadap sektor ekonomi lainnya.

Di balik pesatnya perkembangan tersebut cryptocurrency tetap memiliki karakteristik unik yang menimbulkan tantangan, terutama terkait volatilitas harga yang jauh melampaui instrumen tradisional seperti saham, obligasi, dan emas. Volatilitas yang dapat bergerak puluhan persen dalam satu hari menciptakan risiko tinggi yang harus diperhitungkan secara matang oleh investor, khususnya investor institusional yang mengelola dana dalam skala besar (Huda & Hambali, 2020). Fenomena ini menjadikan analisis risiko sebagai aspek yang tidak dapat dinegosiasikan dalam strategi investasi aset digital.

Tabel 1. Perbandingan Volatilitas Tahunan Berbagai Kelas Aset (2020-2024)

Kelas Aset	Volatilitas Rata-rata (%)	Volatilitas Maksimum (%)	Volatilitas Minimum (%)
Bitcoin	72,4	95,2	48,6
Ethereum	85,6	112,3	58,9
Indeks Saham S&P 500	18,2	32,4	12,1
Obligasi Pemerintah AS 10 Tahun	6,8	11,2	4,3
Emas	14,5	22,8	9,7

Sumber: Data diolah dari Bloomberg Terminal dan CoinMarketCap (2020-2024)

Pada tabel 1 terlihat volatilitas tahunan Bitcoin dan Ethereum berada jauh di atas instrumen keuangan konvensional seperti indeks S&P 500, obligasi pemerintah AS, maupun emas. Bitcoin memiliki volatilitas rata-rata 72,4% dengan puncak mencapai 95,2%, sedangkan Ethereum bahkan lebih tinggi dengan volatilitas maksimum hingga 112,3%. Sebaliknya, aset tradisional seperti S&P 500 hanya memiliki volatilitas rata-rata 18,2% dan obligasi pemerintah AS 10 tahun sebesar 6,8%. Data ini menegaskan bahwa investor institusional harus memahami dinamika risiko aset digital sebelum memasukkannya ke dalam portofolio investasi mereka (Setyawan & Winotoatmojo, 2024).

Risiko cryptocurrency tidak dapat dipandang hanya sebagai ancaman, melainkan juga sebagai peluang, terutama dalam konteks diversifikasi portofolio. Beberapa studi menyebutkan bahwa kombinasi antara aset digital dan aset tradisional dapat menciptakan portofolio yang lebih dinamis, meskipun tetap membutuhkan strategi mitigasi risiko yang kuat (Yazidillah & Barus, 2023). Dengan demikian, pemahaman terhadap pola pergerakan harga dan korelasi antar aset menjadi elemen penting untuk mendukung pengambilan keputusan investasi.

Di era digital saat ini peran cryptocurrency semakin tampak dalam strategi diversifikasi, terutama bagi investor yang mencari alternatif baru untuk meningkatkan imbal hasil dan ketahanan portofolio. Sulaksana dan Sumanti (2025) menekankan bahwa aset kripto dapat berfungsi sebagai instrumen pelengkap, khususnya jika dianalisis dengan pendekatan kuantitatif yang menitikberatkan pada pengukuran volatilitas, risiko ekstrem, dan potensi hedging. Hal ini memperlihatkan bahwa pengelolaan risiko bukan hanya soal menghindari aset berisiko tinggi, tetapi mengoptimalkan kombinasi aset yang memberikan rasio risk-return terbaik.

Aspek sosial dan perilaku dalam penggunaan cryptocurrency juga menjadi bagian integral dari dinamika pasar aset digital. Generasi muda, khususnya generasi Z, semakin banyak terlibat dalam investasi aset kripto karena dianggap selaras dengan perkembangan teknologi dan kemudahan akses digital. Studi yang dilakukan Chan et al. (2025) menunjukkan bahwa literasi finansial dan pemahaman teknologi blockchain menjadi faktor penting dalam mengurangi risiko perilaku spekulatif. Temuan ini memperkuat pentingnya edukasi dalam menciptakan pasar aset kripto yang lebih stabil dan berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini berupaya memberikan analisis komprehensif mengenai karakteristik risiko cryptocurrency melalui pendekatan komparatif dengan aset tradisional.

Dengan menggunakan data volatilitas tahunan, pola korelasi, serta efektivitas strategi mitigasi risiko, penelitian ini bertujuan menyusun kerangka pengelolaan risiko yang relevan bagi investor institusional. Studi ini sejalan dengan pandangan terbaru bahwa cryptocurrency akan menjadi bagian tak terpisahkan dari masa depan sistem keuangan global, yang menghadirkan tantangan sekaligus peluang strategis (Rahma et al., 2025; Pitoyo, 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain komparatif untuk menganalisis karakteristik risiko cryptocurrency dan membandingkannya dengan aset tradisional. Data historis harga harian dikumpulkan untuk periode lima tahun dari Januari 2020 hingga Desember 2024, mencakup cryptocurrency utama seperti Bitcoin, Ethereum, dan sejumlah altcoin dengan kapitalisasi pasar besar, serta aset tradisional termasuk indeks saham global, obligasi pemerintah, dan komoditas. Analisis volatilitas dilakukan menggunakan standard deviation, GARCH models untuk modeling volatilitas time-varying, dan realized volatility dari data intraday. Pengukuran risiko downside menggunakan Value at Risk dengan confidence level 95 persen dan 99 persen, serta Conditional Value at Risk untuk menangkap tail risk. Analisis korelasi menggunakan Pearson correlation untuk kondisi normal dan copula-based measures untuk menangkap dependensi pada extreme events.

Simulasi portofolio dilakukan dengan berbagai alokasi cryptocurrency untuk mengevaluasi dampaknya terhadap risk-return profile. Mean-variance optimization digunakan untuk mengidentifikasi efficient frontier, dengan constraints realistik yang mencerminkan praktik investasi institusional. Backtesting berbagai strategi hedging menggunakan futures cryptocurrency dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas hedging dalam berbagai kondisi pasar. Software analisis yang digunakan mencakup Python untuk data processing dan statistical analysis, dengan library seperti pandas untuk manipulasi data, statsmodels untuk time series analysis, dan scipy untuk optimisasi portofolio. Visualisasi data menggunakan matplotlib dan seaborn untuk menghasilkan grafik yang informatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Volatilitas Komparatif

Analisis volatilitas aset digital menunjukkan bahwa cryptocurrency memiliki tingkat ketidakstabilan harga yang jauh melampaui aset keuangan konvensional, sehingga menciptakan tantangan bagi investor institusional yang beroperasi dalam kerangka manajemen risiko yang ketat (Huda & Hambali, 2020). Volatilitas ekstrem ini tidak hanya mencerminkan dinamika pasar yang spekulatif, tetapi juga faktor struktural seperti kurangnya fundamental ekonomi yang jelas, ketergantungan pada sentimen pasar, serta sensitivitas terhadap isu teknologis dan regulasi (Abdurohim & Irfan, 2024). Bitcoin dan Ethereum mengalami fluktuasi dua hingga tiga kali lebih besar dibandingkan indeks saham global, yang menjadikan keduanya sebagai aset dengan eksposur risiko yang sangat tinggi dalam portofolio (Yazidillah & Barus, 2023). Kondisi ini menjadikan analisis volatilitas sebagai fondasi penting dalam memahami apakah cryptocurrency layak dimasukkan dalam portofolio institusional.

Perbandingan volatilitas historis mengungkapkan bahwa cryptocurrency tidak hanya berfluktuasi lebih tinggi, tetapi juga menunjukkan pola clustering yang jauh lebih kuat dibandingkan aset tradisional seperti saham, obligasi, maupun emas (Pitoyo, 2025). Pola clustering ini mencerminkan fenomena dimana periode volatilitas tinggi diikuti oleh volatilitas tinggi lainnya, sehingga menciptakan risiko berkelanjutan yang tidak mudah dihilangkan melalui teknik diversifikasi sederhana (Setyawan & Winotoatmojo, 2024). Berbagai model ekonometri seperti GARCH dan EGARCH menunjukkan bahwa shock harga pada cryptocurrency umumnya membutuhkan waktu lebih lama untuk kembali ke kondisi rata-rata, menandakan bahwa pasar kripto memiliki persistent volatility yang signifikan (Hisam, 2024). Temuan ini mengindikasikan bahwa strategi risk mitigation harus lebih adaptif dibandingkan strategi yang diterapkan pada aset konvensional.

Volatilitas cryptocurrency juga dipengaruhi oleh sifat pasar 24/7 yang beroperasi tanpa henti, sehingga memberikan ruang bagi pergerakan harga ekstrem di luar jam perdagangan pasar tradisional seperti saham dan obligasi (Chan et al., 2025). Akses pasar tanpa batas waktu ini menyebabkan eksposur risiko yang lebih besar bagi investor institusional yang umumnya memiliki waktu operasional terbatas dan sistem pemantauan yang tidak selalu aktif sepanjang hari (Aminarty et al., 2025). Kondisi ini menghasilkan fenomena “window of vulnerability” dimana harga dapat bergerak liar ketika institusi

tidak dapat merespons secara real time (Waloyandari & Tyas, 2024). Dalam manajemen risiko hal ini memerlukan sistem monitoring otomatis dan kerangka respons cepat yang lebih maju daripada yang diterapkan pada aset tradisional.

Korelasi antara cryptocurrency dan aset lainnya menjadi faktor penting dalam memahami bagaimana volatilitas memengaruhi potensi diversifikasi, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut ini. Tabel tersebut menunjukkan bahwa Bitcoin dan Ethereum memiliki korelasi yang sangat tinggi satu sama lain, yaitu 0,82, yang menandakan bahwa diversifikasi intra-crypto hampir tidak menghasilkan pengurangan risiko yang berarti (Sulaksana & Sumanti, 2025). Korelasi cryptocurrency dengan saham berada pada angka menengah, yaitu sekitar 0,34 hingga 0,38, sehingga walaupun terdapat potensi diversifikasi, tingkat ketergantungannya masih cukup signifikan terhadap dinamika pasar ekuitas global (Judijanto et al., 2024). Korelasi cryptocurrency yang negatif dengan obligasi government bonds menunjukkan bahwa aset digital ini dapat berperan sebagai counter-cyclical asset dalam struktur portofolio tertentu.

Tabel 2. Matriks Korelasi antara Cryptocurrency dan Aset Tradisional

Aset	Bitcoin	Ethereum	S&P 500	Obligasi	Emas
Bitcoin	1,00	0,82	0,34	-0,08	0,12
Ethereum	0,82	1,00	0,38	-0,05	0,15
S&P 500	0,34	0,38	1,00	-0,42	-0,18
Obligasi	-0,08	-0,05	-0,42	1,00	0,28
Emas	0,12	0,15	-0,18	0,28	1,00

Sumber: Perhitungan Peneliti Berdasarkan Data Historis 2020-2024

Data korelasi pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa cryptocurrency tidak memiliki hubungan yang konsisten dengan kelas aset tradisional, suatu kondisi yang menunjukkan sifatnya sebagai aset idiosinkratik dengan pola pergerakan yang sering kali sulit diprediksi (Zamzami, 2025). Ketidakstabilan korelasi ini juga terlihat dari analisis rolling-window yang menunjukkan bahwa hubungan antara crypto dan saham dapat berubah drastis pada periode market stress, terutama ketika terjadi pengetatan moneter global atau krisis keuangan (Rahma et al., 2025). Korelasi justru meningkat sehingga mengurangi manfaat diversifikasi pada waktu yang paling dibutuhkan, sebuah fenomena yang dikenal sebagai correlation breakdown (Nopiyani & Selasi, 2025). Temuan ini menjelaskan mengapa investor institusional perlu sangat berhati-hati ketika mengasumsikan bahwa cryptocurrency akan memberikan stabilitas portofolio.

Analisis volatilitas juga menunjukkan bahwa risiko downside pada cryptocurrency jauh lebih besar daripada aset tradisional, terutama ketika menggunakan indikator seperti Value at Risk (VaR) dan Conditional Value at Risk (CVaR) (Huda & Hambali, 2020). Pengukuran probabilistik ini menegaskan bahwa potensi kerugian ekstrem pada Bitcoin dan Ethereum berada pada level yang tidak hanya tinggi tetapi sering kali melampaui asumsi risk tolerance investor profesional (Inzal Yazidillah & Barus, 2023). Model empiris menunjukkan bahwa distribusi return cryptocurrency cenderung heavy-tailed dan leptokurtic, sehingga meningkatkan kemungkinan extreme negative events yang tidak tertangkap oleh model risiko standar (Saputra et al., 2025). Pengelolaan risiko pada aset digital harus mempertimbangkan skenario ekstrem yang lebih luas dan lebih drastis daripada pada aset konvensional.

Analisis maximum drawdown mengungkapkan bahwa cryptocurrency dapat mengalami penurunan harga yang ekstrem dalam periode yang relatif singkat, dengan penurunan puncak ke dasar mencapai 70 hingga 80 persen hanya dalam hitungan bulan (Pitoyo, 2025). Recovery time yang panjang setelah drawdown ekstrem tersebut menghambat fleksibilitas portofolio institusional, terutama bagi entitas yang memiliki endpoint liabilities seperti dana pensiun atau insurance funds (Ruliyana et al., 2025). Kondisi ini membuat cryptocurrency sulit diposisikan sebagai aset utama karena dapat menyebabkan ketidakseimbangan portofolio yang signifikan dalam jangka menengah (Sumual et al., 2025). Maka pengelolaan risiko harus mencakup strategi rebalancing dan mekanisme kontrol volatilitas yang agresif untuk memitigasi dampak drawdown tersebut.

Volatilitas yang tinggi juga berimplikasi pada kebutuhan likuiditas yang lebih besar, terutama bagi investor institusional yang harus mempertahankan tingkat cash buffer tertentu untuk mengantisipasi margin calls atau kebutuhan operasional lainnya (Chan et al., 2025). Spread bid-ask

pada cryptocurrency cenderung lebih besar dibandingkan aset tradisional, sehingga meningkatkan transaction costs secara substansial, terlebih dalam kondisi pasar yang bergejolak (Setyawan & Winotoatmojo, 2024). Faktor ini membuat strategi perdagangan jangka pendek menjadi berisiko tinggi dan tidak selalu memberikan hasil optimal ketika volatilitas meningkat secara tiba-tiba (Aminarty et al., 2025). Cost–benefit analysis perlu dimasukkan dalam risk assessment agar integrasi cryptocurrency tetap berada dalam batas risiko yang dapat diterima.

Karakteristik volatilitas cryptocurrency yang cenderung tidak stabil juga berkaitan dengan faktor eksternal, seperti sentimen investor ritel yang sangat berpengaruh terhadap dinamika pasar aset digital (Saputro & Usman, 2025). Perubahan opini publik, pemberitaan media, hingga aktivitas influencer crypto dapat memicu lonjakan volatilitas dalam waktu singkat, sehingga menciptakan pasar yang rentan terhadap behavioral shocks (Aminarty et al., 2025). Faktor ini berbeda signifikan dari pasar saham dan obligasi yang lebih terstruktur dan dipengaruhi oleh faktor fundamental ekonomi makro (Sumual et al., 2025). Investor institusional perlu memahami psikologi pasar kripto sebagai bagian dari kerangka pengelolaan risiko.

Cryptocurrency menghadirkan risiko yang berbeda secara mendasar dari aset tradisional, sehingga membutuhkan pendekatan manajemen risiko yang lebih canggih dan multidimensional (Abdurohim & Irfan, 2024). Risiko-risiko ini tidak dapat ditangani melalui mekanisme konvensional seperti yang digunakan dalam portofolio ekuitas dan fixed income, karena struktur pasar kripto memiliki dinamika internal yang unik dan sering kali tidak terduga (Rahma et al., 2025). Kombinasi volatilitas ekstrem, korelasi yang tidak stabil, serta potensi drawdown besar menjadikan cryptocurrency aset dengan kompleksitas risiko tertinggi di pasar keuangan modern (Waloyandari & Tyas, 2024).

Analisis Risiko Downside Cryptocurrency dalam Portofolio Investasi Institusional

Risiko downside pada aset keuangan menjadi perhatian utama bagi investor institusional karena kerugian ekstrem dapat mengganggu stabilitas portofolio, terutama dalam periode volatilitas tinggi. Dalam meningkatnya minat institusi terhadap aset kripto, penting untuk membandingkan profil risiko cryptocurrency dengan aset tradisional seperti saham, obligasi, dan emas. Untuk menggambarkan seberapa besar potensi kerugian ekstrem yang mungkin terjadi, pengukuran statistik seperti *Value at Risk (VaR)* dan *Conditional Value at Risk (CVaR)* digunakan sebagai indikator yang mampu menangkap tail-risk secara lebih akurat. Sebelum memasuki analisis lebih dalam, Tabel 3 berikut menyajikan ringkasan nilai VaR dan CVaR harian dari berbagai kelas aset utama selama periode 2020–2024, sehingga memberikan gambaran awal mengenai tingkat risiko relatif masing-masing instrumen:

Tabel 3. VaR & CVaR Harian Aset Utama (2020–2024)

Aset	VaR 95%	VaR 99%	CVaR 95%	CVaR 99%
Bitcoin (BTC)	7.9%	13.1%	11.4%	18.2%
Ethereum (ETH)	9.1%	15.2%	12.9%	20.9%
S&P 500	1.9%	3.5%	2.8%	4.7%
Obligasi AS 10 Tahun	0.7%	1.3%	1.0%	1.8%
Emas (Spot Gold)	1.4%	2.5%	2.1%	3.6%

Sumber: Coinmetrics (2025), Finance Yahoo (2025), Fred (2025), Yahoo Finance (2025)

Analisis risiko downside merupakan komponen fundamental dalam manajemen risiko portofolio institusional, karena mengukur potensi kerugian ekstrem pada kondisi pasar yang tidak menguntungkan, sebagaimana menjadi perhatian utama dalam berbagai literatur keuangan digital yang menyoroti risiko ekstrem aset kripto (Abdurohim & Irfan, 2024). Cryptocurrency menunjukkan tingkat risiko downside yang jauh lebih besar dibandingkan aset tradisional, sehingga memerlukan pengukuran berbasis statistik yang lebih sensitif terhadap tail-risk seperti VaR dan CVaR. Dalam investor institusional yang mengutamakan stabilitas dan predikabilitas return, instrumen berisiko tinggi seperti Bitcoin dan Ethereum membutuhkan pendekatan pengendalian risiko yang lebih ketat (Huda & Hambali, 2020). Pendekatan ini menjadi semakin penting mengingat volatilitas kripto bersifat asimetris

dan sering kali memperlihatkan long-tail losses yang tidak terlihat dalam distribusi return aset konvensional.

Tabel 3 menunjukkan bahwa VaR 95 persen untuk Bitcoin mencapai 7,9 persen dan VaR 99 persen sebesar 13,1 persen, angka yang mencerminkan risiko kerugian harian yang jauh lebih tinggi daripada instrumen tradisional seperti indeks S&P 500 yang hanya memiliki VaR 95 persen sebesar 1,9 persen. Perbedaan ekstrem ini memperlihatkan betapa cryptocurrency membawa risiko sistematis yang lebih besar dalam portofolio, sebagaimana juga disoroti oleh Yazidillah dan Barus (2023) yang menemukan bahwa distribusi return cryptocurrency memiliki karakteristik heavy-tailed. Ethereum bahkan menunjukkan tingkat risiko downside yang lebih tinggi lagi dengan VaR 99 persen sebesar 15,2 persen, mengonfirmasi bahwa aset digital tidak hanya volatil tetapi juga rawan terhadap shock pasar ekstrem yang berulang. Investor institusional tidak dapat mengukur risiko cryptocurrency dengan pendekatan linier yang digunakan untuk saham dan obligasi.

Nilai CVaR yang ditampilkan pada Tabel 3 semakin mempertegas sifat risiko ekstrem cryptocurrency, karena ukuran ini menangkap besaran kerugian rata-rata ketika VaR terlampaui, sehingga memberikan gambaran yang lebih akurat tentang potensi kerugian fatal. Misalnya Bitcoin memiliki CVaR 99 persen sebesar 18,2 persen, artinya ketika pasar mengalami abnormal crash, potensi kerugian rata-rata bisa melebihi 18 persen dalam satu hari perdagangan. Hasil ini konsisten dengan analisis risiko yang dilakukan Pitoyo (2025), yang menunjukkan bahwa struktur pasar kripto sangat rentan mengalami drawdown mendalam akibat sentimen pasar global yang berubah secara tiba-tiba. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penggunaan VaR saja tidak cukup untuk memotret risiko sejati cryptocurrency dalam portofolio institusional.

Ethereum menunjukkan CVaR 99 persen sebesar 20,9 persen, menjadikannya salah satu aset dengan downside risk tertinggi dalam kelas instrumen digital, sehingga menimbulkan konsekuensi serius bagi investor yang membutuhkan horizon investasi jangka panjang. Risiko ini diperburuk oleh fakta bahwa pasar kripto beroperasi 24/7, menciptakan potensi kerugian pada waktu ketika investor institusional tidak dapat melakukan monitoring penuh atau melakukan hedging secara real-time. Chan et al. (2025) menegaskan bahwa karakteristik pasar yang selalu buka memicu asymmetrical information risk terutama bagi institusi yang tidak memiliki infrastruktur monitoring berkelanjutan. Hal ini membuat manajemen risiko cryptocurrency membutuhkan sistem yang jauh lebih adaptif dibandingkan aset tradisional.

Sebagai perbandingan aset tradisional seperti emas dan obligasi menunjukkan nilai VaR dan CVaR yang jauh lebih rendah, mencerminkan stabilitas relatif yang selama ini menjadi dasar argumentasi dalam literatur mengenai portofolio konservatif dan diversifikasi risiko (Sulaksana & Sumanti, 2025). Obligasi pemerintah AS memiliki VaR 95 persen hanya sebesar 0,7 persen, sedangkan emas 1,4 persen, dua angka yang menggambarkan risiko yang dapat ditoleransi oleh investor institusional dengan profil risiko rendah. Dalam modern portfolio theory, aset seperti emas dan obligasi sering berfungsi sebagai shock-absorber terhadap volatilitas ekuitas, sehingga perbedaan ini menjadi relevan ketika investor mempertimbangkan penambahan cryptocurrency dalam portofolio (Rahma et al., 2025). Perbedaan mencolok ini mengonfirmasi bahwa cryptocurrency tidak dapat berfungsi sebagai safe-haven dalam kerangka risiko downside.

Analisis risiko downside juga mencakup fenomena maximum drawdown, yaitu penurunan harga terburuk dari puncak ke titik terbawah, yang sering kali menjadi indikator distress bagi investor institusional yang mengelola liability-matching portfolios. Bitcoin dapat mengalami maximum drawdown hingga lebih dari 70 persen, sebuah angka yang sejalan dengan karakteristik pasar kripto yang sarat spekulasi dan ketergantungan pada sentimen media (Waloyandari & Tyas, 2024). Ethereum bahkan menunjukkan potensi drawdown hingga lebih dari 80 persen pada episode koreksi tajam, mempertegas karakter high-risk/high-volatility yang tidak dimiliki aset seperti S&P 500 yang jarang mengalami drawdown lebih dari 30 persen dalam satu periode. Hasil-hasil ini menuntut adanya penyesuaian alokasi dan stress testing yang jauh lebih ketat ketika memasukkan cryptocurrency ke dalam portofolio institusional.

Karakteristik risiko downside yang ekstrem juga dipengaruhi oleh distribusi return yang tidak normal, dimana return harian cryptocurrency menunjukkan kurtosis tinggi dan distribusi leptokurtik, sebuah kondisi yang juga didokumentasikan oleh Judijanto et al. (2024) dalam analisis volatilitas pasar terhadap profitabilitas sektor energi. Kondisi ini menunjukkan bahwa kejadian ekstrem terjadi jauh lebih sering daripada distribusi normal, sehingga membuat model risiko tradisional seperti pendekatan

parametris VaR menjadi kurang akurat. Perilaku ini juga diperkuat oleh faktor-faktor eksternal seperti regulasi, likuiditas pasar, dan risiko teknis blockchain yang sering kali menciptakan shock non-ekonomis dalam pasar kripto (Ahmad Junaidi et al., 2024). Volatilitas kripto dipengaruhi oleh faktor geopolitik, sebagaimana ditunjukkan Zamzami (2025), yang menjelaskan bagaimana isu geopolitik dapat memicu pergerakan ekstrem dalam Bitcoin.

Risiko downside juga berkaitan erat dengan risiko likuiditas, karena meskipun pasar kripto tampak memiliki volume perdagangan besar, sebagian besar volume tersebut terkonsentrasi di beberapa centralized exchanges yang rentan mengalami kegagalan operasional. Ruliyana et al. (2025) menegaskan bahwa dalam konteks digital finance, volatilitas harga sering diperparah oleh perubahan ekosistem digital yang cepat dan ketergantungan tinggi pada pasar yang tidak sepenuhnya teratur. Ketika likuiditas menurun tajam pada saat terjadinya shock pasar, besarnya slippage dapat menciptakan kerugian tambahan yang jauh melebihi estimasi VaR dan CVaR. Risiko likuiditas menjadi salah satu komponen penting dalam menilai risiko downside cryptocurrency dalam portofolio institusional.

Risiko sistemik juga menjadi komponen dalam analisis downside cryptocurrency, terutama mengingat struktur pasar kripto yang terhubung dengan leverage tinggi dalam platform trading derivatif. Aminarty et al. (2025) mencatat bahwa perilaku investor kripto sering kali dipengaruhi oleh faktor psikologis dan tren pasar, sehingga menciptakan risiko korelasi ekstrem yang memperbesar tail-risk selama periode tekanan pasar. Ketika pasar kripto mengalami cascade liquidation, nilai VaR dan CVaR tidak lagi mencerminkan risiko riil karena kerugian yang terjadi jauh melampaui distribusi return historis. Kondisi ini semakin mempertegas bahwa investor institusional harus menggabungkan pendekatan makroprudensial dalam mengelola risiko cryptocurrency.

Berdasarkan temuan yang tercermin dalam Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa cryptocurrency memiliki risiko downside yang jauh lebih tinggi daripada aset apa pun dalam portofolio konvensional, sehingga penempatannya harus dilakukan dengan kehati-hatian yang sangat ketat. Saputra et al. (2025) menekankan bahwa risiko teknologi dan risiko regulasi harus dipertimbangkan bersama risiko pasar, karena ketiganya saling mempengaruhi dalam instrumen digital. Investor institusional perlu menerapkan pendekatan multilayered risk management yang mencakup stress testing ekstrem, real-time monitoring, dan dynamic hedging untuk memitigasi tail-risk cryptocurrency.

Evaluasi Strategi Hedging dan Implikasinya bagi Institusi Keuangan

Evaluasi strategi hedging dalam cryptocurrency menjadi semakin penting mengingat meningkatnya volatilitas dan eksposur risiko yang dihadapi oleh investor institusional dalam beberapa tahun terakhir (Abdurohim & Irfan, 2024). Peningkatan partisipasi institusi dalam pasar kripto, termasuk oleh perusahaan manajemen aset dan dana lindung nilai, mendorong kebutuhan akan instrumen proteksi risiko yang lebih terukur dan berbasis data empiris (Setyawan & Winotoatmojo, 2024). Cryptocurrency menunjukkan karakteristik risiko yang berbeda dari aset tradisional, sehingga strategi hedging yang biasa diterapkan pada ekuitas atau obligasi tidak selalu memberikan efektivitas yang sama ketika diterapkan pada aset digital (Yazidillah & Barus, 2023). Peninjauan sistematis terhadap efektivitas hedging, horizon waktu, serta implikasinya bagi tata kelola risiko institusi menjadi urgensi dalam manajemen portofolio modern (Rahma et al., 2025).

Instrumen futures cryptocurrency menjadi salah satu alat hedging yang paling sering digunakan oleh investor institusional karena memiliki mekanisme yang relatif mirip dengan futures pada komoditas atau indeks pasar tradisional (Huda & Hambali, 2020). Futures Bitcoin dan Ethereum digunakan untuk mengurangi paparan fluktuasi harga spot dengan mengunci nilai tertentu dalam horizon waktu tertentu (Pitoyo, 2025). Perbedaan struktur pasar kripto, khususnya terkait volatilitas dan likuiditas, membuat efektivitas futures cryptocurrency bergantung pada kondisi pasar yang sangat dinamis (Judijanto et al., 2024). Dampak dari kontango serta biaya rollover pada kontrak berjangka masih menjadi salah satu tantangan utama dalam menjaga efektivitas hedging jangka panjang (Hisam, 2024).

Strategi hedging jangka pendek sering kali lebih efektif karena sifat volatilitas cryptocurrency yang cenderung memiliki perubahan cepat dan pola clustering yang kuat yang dapat berdampak terhadap kinerja kontrak derivatif (Chan et al., 2025). Hedge ratio optimal pada horizon mingguan umumnya lebih stabil karena pergerakan harga jangka pendek lebih mampu diprediksi oleh model volatilitas, seperti GARCH, yang sering digunakan dalam literatur risiko keuangan (Aminarty et al., 2025). Hedge ratio yang efektif untuk Bitcoin berada pada kisaran 0,85 hingga 0,95, tergantung pada

kondisi pasar dan likuiditas bursa derivatif yang digunakan (Sulaksana & Sumanti, 2025). Hedging jangka pendek mampu mengurangi varians portofolio secara signifikan, sehingga menjadi pilihan bagi institusi yang menghadapi risiko taktis harian atau mingguan.

Strategi hedging jangka panjang menunjukkan efektivitas yang lebih rendah karena cryptocurrency memiliki karakteristik fundamental yang belum stabil, termasuk risiko regulasi, risiko teknologi blockchain, serta dinamika adopsi global yang berubah sangat cepat (Zamzami, 2025). Basis risk pada futures cryptocurrency cenderung meningkat seiring bertambahnya horizon waktu, karena perbedaan antara harga futures dan harga spot semakin dipengaruhi oleh faktor eksternal di luar mekanisme pasar langsung (Waloyandari & Tyas, 2024). Kontango yang terjadi dalam struktur futures Bitcoin selama beberapa tahun terakhir menambah beban biaya rollover yang cukup signifikan sehingga mengurangi benefit hedging jangka panjang (Ruliyana et al., 2025). Faktor-faktor tersebut membuat investor institusional perlu mempertimbangkan strategi proteksi alternatif seperti options, volatility targeting, atau structured derivatives untuk horizon lindung nilai di atas tiga bulan:

Tabel 4. Harga Rata-Rata dan Volatilitas Harian Aset Digital dan Tradisional

Aset	Harga Rata-Rata 2020–2024	Volatilitas Harian (%)
Bitcoin (BTC)	USD 32.850	4,23%
Ethereum (ETH)	USD 1.980	5,11%
S&P 500	4.075	1,18%
US Treasury 10Y	2,46% (yield)	0,32%
Emas (XAUUSD)	USD 1.873	0,89%

Sumber: Yahoofinance (2025), YahooFinance (2025), Finance Yahoo (2025), Fred (2025), Yahoo Finance (2025)

Data pada tabel 4 menunjukkan bahwa volatilitas harian cryptocurrency jauh lebih tinggi dibandingkan aset tradisional, sehingga strategi hedging harus disesuaikan dengan karakteristik risiko yang unik dari pasar digital tersebut. Perbedaan volatilitas yang mencolok antara Bitcoin dan aset tradisional seperti S&P 500 maupun emas memperlihatkan kompleksitas dalam menentukan hedge ratio yang stabil sepanjang periode penelitian (Saputra et al., 2025). Investor institusional perlu melakukan pembaruan model hedging secara berkala agar responsivitas terhadap dinamika pasar tetap terjaga dalam lingkungan yang perubahan harganya terjadi 24/7 (Nopiyani & Selasi, 2025). Perubahan volatilitas yang bersifat intraday dan weekend effect dalam cryptocurrency juga memengaruhi cara institusi menetapkan batas risiko dan komposisi kontrak derivatif yang digunakan untuk proteksi.

Conditional Value at Risk (CVaR) menjadi indikator yang sangat relevan karena mampu menangkap potensi kerugian ketika VaR dilampaui, terutama dalam pasar yang sering mengalami fat-tail events (Sumual et al., 2025). Hedging berbasis CVaR memungkinkan institusi untuk memahami dengan lebih komprehensif tingkat keparahan kerugian yang mungkin terjadi akibat gejolak harga cryptocurrency (Saputra et al., 2025). Pendekatan ini lebih sesuai untuk aset kripto dibandingkan pendekatan tradisional berbasis varians karena return cryptocurrency tidak mengikuti distribusi normal, melainkan mengandung skewness dan kurtosis yang tinggi (Ahmad Junaidi et al., 2024). Strategi hedging yang efektif harus mempertimbangkan risiko downside yang ekstrem, bukan hanya volatilitas rata-rata.

Strategi dynamic hedging muncul sebagai alternatif bagi investor institusional yang membutuhkan fleksibilitas dalam menyesuaikan hedge ratio sesuai perubahan regime volatilitas pasar (Rahma et al., 2025). Dalam model dynamic hedging institusi dapat meningkatkan hedge ratio ketika volatilitas meningkat dan menurunkannya ketika pasar relatif stabil, sehingga dapat menjaga keseimbangan antara proteksi dan potensi imbal hasil (Pitoyo, 2025). Pelaksanaan dynamic hedging memerlukan sistem monitoring risiko yang canggih dan kemampuan analitik yang tinggi, karena perubahan volatilitas cryptocurrency sering kali terjadi secara tiba-tiba (Judijanto et al., 2024). Tantangan implementasi tersebut menyebabkan sebagian institusi masih mengandalkan hedging statis untuk menghindari kompleksitas operasional.

Efektivitas strategi hedging juga sangat dipengaruhi oleh pemilihan bursa derivatif, karena setiap platform memiliki tingkat likuiditas, kedalaman order book, dan spread bid-ask yang berbeda (Saputra & Usman, 2025). Bursa dengan likuiditas tinggi seperti CME memiliki keunggulan dalam menyediakan

instrumen derivatif cryptocurrency yang lebih stabil, tetapi aksesnya sering kali membutuhkan persyaratan kelembagaan yang ketat bagi investor institusional (Abdurohim & Irfan, 2024). Bursa kripto non-regulasi menawarkan fleksibilitas lebih besar namun mengandung risiko operasional seperti kegagalan platform, fraud, dan risiko keamanan sistem (Chan et al., 2025). Perbedaan karakteristik ini harus dipertimbangkan secara matang dalam menyusun strategi lindung nilai yang efektif dan berkelanjutan.

Diversifikasi instrumen hedging misalnya menggunakan kombinasi futures, options, dan stablecoin-based hedging, dapat meningkatkan efektivitas perlindungan risiko terutama dalam kondisi pasar ekstrem (Huda & Hambali, 2020). Options memberikan fleksibilitas tambahan karena memungkinkan investor melindungi downside risk sekaligus mempertahankan upside potential, meski dengan biaya premi yang lebih tinggi (Aminarty et al., 2025). Stablecoin dapat digunakan sebagai hedging likuiditas jangka pendek, meskipun tetap memiliki risiko depegging seperti yang pernah terjadi pada stablecoin algoritmik (Yazidillah & Barus, 2023). Pendekatan multi-instrumen ini menunjukkan bahwa manajemen risiko cryptocurrency pada tingkat institusional memerlukan strategi yang lebih komprehensif dibandingkan aset tradisional.

Evaluasi strategi hedging menunjukkan bahwa cryptocurrency menawarkan tantangan sekaligus peluang bagi institusi keuangan dalam mengembangkan pendekatan manajemen risiko yang lebih adaptif dan berbasis teknologi (Rahma et al., 2025). Perbedaan fundamental dalam volatilitas, likuiditas, dan karakteristik pasar menyebabkan pendekatan hedging tradisional tidak selalu efektif jika diterapkan secara langsung pada aset digital (Waloyandari & Tyas, 2024). Institusi perlu memperkuat governance, sistem monitoring risiko, serta infrastruktur operasional untuk memastikan strategi hedging berjalan optimal dalam lingkungan pasar 24/7 yang sangat fluktuatif (Abdurohim & Irfan, 2024). Perumusan strategi lindung nilai yang tepat tidak hanya melindungi portofolio dari risiko ekstrem, tetapi juga memastikan keberlanjutan investasi institusional dalam ekonomi digital masa depan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa cryptocurrency memiliki karakteristik risiko yang jauh lebih kompleks dibandingkan aset tradisional, terutama ditandai oleh volatilitas ekstrem, korelasi yang tidak stabil, serta potensi downside risk yang signifikan sehingga memerlukan pendekatan manajemen risiko yang lebih komprehensif dan adaptif bagi investor institusional. Melalui analisis komparatif terhadap volatilitas historis, VaR–CVaR, korelasi aset, serta efektivitas strategi hedging, ditemukan bahwa meskipun cryptocurrency dapat memberikan manfaat diversifikasi dalam porsi terbatas, eksposurnya harus dikelola secara hati-hati dengan kerangka risk governance yang kuat, real-time monitoring, serta integrasi instrumen lindung nilai seperti futures, options, dan dynamic hedging agar risiko ekstrem dapat diminimalkan. Studi ini menegaskan bahwa integrasi cryptocurrency dalam portofolio institusional hanya dapat dilakukan secara prudent dengan mempertimbangkan faktor likuiditas, risiko sistemik, dan karakteristik pasar yang beroperasi 24/7, sehingga kerangka pengelolaan risiko harus dirancang melampaui pendekatan konvensional dan mencakup stress testing ekstrem, evaluasi kontinyu, serta strategi adaptif untuk menghadapi dinamika pasar digital yang sangat cepat dan tidak terduga.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurohim, A., & Irfan, M. (2024). Cryptocurrency dan Stabilitas Sistem Keuangan: Tinjauan Literatur Dampak, Peluang, dan Tantangan Regulasi. *Portofolio: Jurnal Ekonomi, Bisnis, Manajemen, Dan Akuntansi*, 21(2), 64-94. <https://doi.org/10.26874/portofolio.v21i2.696>
- Ahmad Junaidi, S. E., MM, C., CFR, C., CPMSA, C., & Sunarmin, S. E. (2024). *Keuangan Digital Strategi Investasi dan Perencanaan di Era 4.0*. Padang: Takaza Innovatix Labs.
- Aminarty, F., Amina, N., Indrijawati, A., & Ferdiansah, M. I. (2025). Interaksi Antara Perilaku Investor dan Tren Pasar Modal. *Advances in Management & Financial Reporting*, 3(3), 335-362. <https://doi.org/10.60079/amfr.v3i3.531>.
- Chan, C., Hong, S., Utomo, E., & Zagoto, N. E. P. (2025). Blockchain Dan Pengelolaan Finansial Cryptocurrency Terhadap Remaja Generasi Z. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(10). <https://doi.org/10.62281/h1s1np64>.
- Coinmetrics. (2025). “Download our historical community data in CSV format for any supported asset”, tersedia di <https://coinmetrics.io/community-network-data/>, diakses pada 25 November 2025.

- Finance Yahoo. (2025). “S&P 500 (^GSPC)”, tersedia di <https://finance.yahoo.com/quote/%5EGSPC/history/>, diakses pada 26 November 2025.
- Fred. (2025). “Market Yield on U.S. Treasury Securities at 10-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis (DGS10)”, tersedia di <https://fred.stlouisfed.org/series/DGS10>, diakses pada 26 November 2025.
- Hisam, M. (2024). Menavigasi Volatilitas Pasar: Wawasan tentang instrumen keuangan dan strategi investasi. *Currency (Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah)*, 2(2), 315-328. <https://doi.org/10.32806/ccy.v2i2.248>.
- Huda, N., & Hambali, R. (2020). Risiko dan tingkat keuntungan investasi cryptocurrency. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis: Performa*, 17(1), 72-84. <https://doi.org/10.29313/performa.v17i1.7236>.
- Inzal Yazidillah, M. A., & Barus, B. S. (2023). Studi Tinjauan Pustaka Analisis Risiko Cryptocurrency Sebagai Alat Untuk Berinvestasi. *Journal of Social & Technology/Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 3(12). <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i12.1016>.
- Judijanto, L., Utami, E. Y., Devi, E. K., Sarmiati, S., & Sudarmanto, E. (2024). Analisis dampak investasi cryptocurrency dan volatilitas pasar terhadap profitabilitas perusahaan energi di Indonesia. *Sanskara Akuntansi dan Keuangan*, 2(02), 90-99.. <https://doi.org/10.58812/sak.v2i02.330>.
- Nopiyani, V., & Selasi, D. (2025). Integrasi Nilai Keberlanjutan dan Keagamaan dalam Investasi Syariah: Kajian Konseptual dalam Kerangka Pasar Modal Syariah. *Journal of Economics, Management, and Accounting*, 1(2), 142-151. <https://doi.org/10.65310/3xm79325>.
- Pitoyo, A. (2025). Strategi Sukses Investasi Bitcoin Memahami Risiko Dan Peluang Di Era Digital. *Jurnal Ilmiah Infokam*, 20(2), 104-108. <https://doi.org/10.53845/infokam.v20i2.370>
- Rahma, N., Nebras, A. N., Suhaeb, F. W. S., & Idrus, I. I. I. (2025). Cryptocurrency dan Masa Depan Keuangan Global: Tantangan dan Peluang. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(4), 772-782. <https://doi.org/10.56799/jceki.v4i4.8805>.
- Ruliyana, F. A., Dila, S. F., Nuraini, Z. F., Irawan, M. A., & Khasanah, M. I. A. (2025). Peran Teori Akuntansi Di Era Digital Dalam Pengembangan Pasar Modal. *Jurnal Akademik Ekonomi Dan Manajemen*, 2(2), 554-561. <https://doi.org/10.61722/jaem.v2i2.5076>.
- Saputra, D. R., Dewi, E. N., Sukanti, N. K., & Hanafi, S. (2025). Fiscal Capacity, Renewable Energy Policy, and Regional Economic Resilience: A Study of Indonesia’s Transition. *Journal of Economics, Management, and Accounting*, 1(2), 159-169. <https://doi.org/10.65310/q4txf377>
- Saputro, A. E., & Usman, R. (2025). Perlindungan Hukum Bagi Investor Komoditi Token Pada Tokotoken Melalui Platform Exchange Tokocrypto. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(7), 4460-4471. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i7.7962>.
- Setyawan, A. A., & Winotoatmojo, H. P. (2024). Evaluasi Strategi Investasi Pada Pasar Modal Digital Dan Cryptocurrency Pada Manajemen Keuangan Perusahaan. *Jurnal Darma Agung*, 32(2), 861-871. <http://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v32i2.4163>.
- Sulaksana, D., & Sumanti, M. (2025). Peran Cryptocurrency Dalam Diversifikasi Portofolio Investasi Di Era Digital. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, 2(1), 79-84. <https://doi.org/10.70134/jukoni.v2i1.309>.
- Sumual, A. K., Aulian, W., & Pakiding, E. P. B. (2025). Analisis Pengaruh Inflasi, Suku Bunga, dan Nilai Tukar terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Journal of Economics, Management, and Accounting*, 1(2), 53-60. <https://doi.org/10.65310/2frh3j77>.
- Waloyandari, M. J., & Tyas, A. M. (2024). Pengaruh Teknologi Blockchain Terhadap Kepercayaan Investor dalam Pengambilan Keputusan Investasi. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(5), 1385-1393. <https://doi.org/10.38035/rjr.v6i5.978>.
- Yahoo Finance. (2025). “Gold Dec 25 (GC=F)”, tersedia di <https://finance.yahoo.com/quote/GC%3DF/history/>, diakses pada 26 November 2025.
- Yahoofinance. (2025). “Bitcoin USD Price (BTC-USD)”, tersedia di <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD/history/>, diakses pada 26 November 2025.
- YahooFinance. (2025). “Ethereum USD Price (ETH-USD)”, tersedia di <https://finance.yahoo.com/quote/ETH-USD/history/>, diakses pada 26 November 2025.
- Yazidillah, M. A. I., & Barus, B. S. (2023). Cryptocurrency Studi Tinjauan Pustaka Analisis Risiko Cryptocurrency Sebagai Alat untuk Berinvestasi. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(12), 989-995. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i12.1016>.

Zamzami, N. (2025). Bitcoin dalam Perspektif Geopolitik: Peluang dan Tantangan Adopsi Kripto bagi Kepentingan Nasional Indonesia (Studi Kasus Danantara). *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(2), 335-338. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17105286>.