

Berdasarkan persamaan *mean equation* 4.5, diketahui parameter β_0 (konstanta) memiliki nilai sebesar 0,008790 dengan probabilitas 0,0029. Parameter β_1 sebagai pengukur *volatility spillover*, memiliki nilai sebesar 0,087339 dengan probabilitas $0,0096 < 0,05$. Dengan demikian, terdapat *volatility spillover* dari *Bitcoin* terhadap NIKKEI 225. Kemudian, persamaan *variance equation* pada model EGARCH data *return Bitcoin* dan *return NIKKEI 225* dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln(\sigma_t^2) = & -0,289062 + 0,939231 \ln(\sigma_{t-1}^2) + 0,030388 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \\ & + 0,152714 \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \end{aligned} \quad (4.6)$$

Berdasarkan persamaan *variance equation* 4.6, diketahui parameter ω (konstanta) memiliki nilai sebesar -0,289062 dengan probabilitas 0,0009, parameter β_1 (pengukur persistensi volatilitas) memiliki nilai sebesar 0,939231 dengan probabilitas 0,0000, serta parameter α (*symmetric effect* atau ARCH *effect*) memiliki nilai sebesar 0,152714 dengan probabilitas 0,0002. Kemudian, parameter gamma (γ) untuk melihat apakah volatilitas asimetris bernilai positif atau negatif, dengan melihat apabila:

1. $\gamma = 0$, maka *shock* positif maupun *shock* negatif memberikan dampak yang sama.
2. $\gamma > 0$, maka *shock* positif akan meningkatkan volatilitas lebih banyak daripada *shock* negatif.

3. $\gamma < 0$, maka *shock* negatif akan meningkatkan volatilitas lebih banyak daripada *shock* positif.

Persamaan 4.6 menunjukkan nilai γ sebesar $0,030388 > 0$ dengan probabilitas $0,0142$. Dengan demikian, *shock* positif dari harga *Bitcoin* akan meningkatkan volatilitas lebih banyak pada NIKKEI 225 dibandingkan dengan *shock* negatif. Kemudian, parameter α yang menggambarkan dampak *shock* atau efek *spillover* memiliki nilai sebesar $0,152714$. Dengan demikian, *volatility spillover* dari harga *Bitcoin* berpengaruh sebesar $15,27\%$ terhadap harga NIKKEI 225, dengan asumsi dalam penelitian ini bahwa variabel lain yang dapat memengaruhi *volatility spillover* dianggap konstan. Parameter β memiliki nilai sebesar $0,939231$ dengan probabilitas $0,0000 < 0,05$. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat volatilitas yang persisten dari harga *Bitcoin* terhadap NIKKEI 225.

4.1.4.1 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dengan korelogram bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diolah terbebas dari autokorelasi. Penelitian ini menggunakan Tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat *serial correlation* atau autokorelasi.
2. H_1 : Terdapat *serial correlation* atau autokorelasi.

Ketentuan yang digunakan untuk memenuhi syarat mengandung *serial correlation* atau autokorelasi dalam penelitian ini yakni jika $p\text{-value} < \alpha$, maka tidak dapat mendukung H_0 berarti terdapat *serial correlation* atau autokorelasi dalam data, sedangkan jika $p\text{-value} \geq \alpha$, maka dapat mendukung H_0 berarti tidak terdapat *serial*

correlation atau autokorelasi dalam data. Hasil uji autokorelasi dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Included observations: 470						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.068	-0.068	2.1681	0.141
		2	0.034	0.030	2.7319	0.255
		3	-0.032	-0.028	3.2267	0.358
		4	0.034	0.030	3.7919	0.435
		5	0.027	0.034	4.1511	0.528
		6	0.018	0.020	4.3103	0.635
		7	0.025	0.028	4.6136	0.707
		8	-0.027	-0.024	4.9666	0.761
		9	0.056	0.050	6.4636	0.693
		10	-0.016	-0.008	6.5801	0.764
		11	0.013	0.005	6.6673	0.825
		12	0.015	0.020	6.7798	0.872
		13	0.004	0.002	6.7858	0.913
		14	0.020	0.018	6.9769	0.936
		15	-0.000	0.002	6.9769	0.958
		16	-0.016	-0.021	7.1004	0.971
		17	0.040	0.041	7.8751	0.969
		18	-0.062	-0.063	9.7486	0.940
		19	-0.008	-0.020	9.7802	0.958
		20	-0.066	-0.063	11.898	0.920
		21	-0.013	-0.029	11.978	0.940
		22	-0.069	-0.067	14.322	0.890
		23	0.056	0.047	15.891	0.860
		24	-0.039	-0.026	16.643	0.863
		25	-0.022	-0.021	16.878	0.886
		26	0.029	0.032	17.297	0.900
		27	-0.034	-0.020	17.880	0.907
		28	0.043	0.037	18.787	0.905
		29	0.006	0.025	18.803	0.926
		30	-0.067	-0.073	21.097	0.885
		31	-0.052	-0.047	22.460	0.868
		32	0.006	-0.001	22.480	0.894
		33	0.057	0.063	24.123	0.870
		34	-0.015	-0.003	24.234	0.892
		35	-0.001	0.000	24.234	0.914
		36	0.036	0.052	24.891	0.918

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Gambar 4. 4 Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram Data *Return Bitcoin* dan *Return S&P 500*

(Sumber: Data diolah, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.4, seluruh nilai probabilitasnya lebih besar dari Tingkat signifikansi (α) 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi dalam data *return Bitcoin* dan *return S&P 500*, sehingga dapat mendukung H_0 .

Date: 05/11/25 Time: 19:14
Sample: 1/03/2016 12/29/2024
Included observations: 470

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.047	-0.047	1.0272	0.311
		2 0.033	0.031	1.5550	0.460
		3 -0.015	-0.012	1.6606	0.646
		4 0.042	0.040	2.5107	0.643
		5 0.008	0.013	2.5442	0.770
		6 0.005	0.003	2.5558	0.862
		7 0.023	0.024	2.8064	0.902
		8 -0.034	-0.034	3.3619	0.910
		9 0.070	0.066	5.7480	0.765
		10 -0.022	-0.014	5.9804	0.817
		11 0.035	0.027	6.5709	0.833
		12 0.013	0.020	6.6478	0.880
		13 0.012	0.006	6.7172	0.916
		14 0.033	0.034	7.2337	0.925
		15 0.021	0.022	7.4526	0.944
		16 -0.022	-0.028	7.6968	0.957
		17 0.037	0.039	8.3522	0.958
		18 -0.034	-0.040	8.9179	0.962
		19 -0.028	-0.033	9.3066	0.968
		20 -0.064	-0.067	11.334	0.937
		21 -0.020	-0.030	11.525	0.952
		22 -0.055	-0.054	13.040	0.932
		23 0.054	0.050	14.492	0.912
		24 -0.033	-0.027	15.044	0.919
		25 -0.016	-0.013	15.171	0.937
		26 0.021	0.019	15.382	0.950
		27 -0.022	-0.017	15.628	0.960
		28 0.037	0.034	16.322	0.961
		29 0.010	0.025	16.373	0.971
		30 -0.074	-0.080	19.157	0.937
		31 -0.043	-0.032	20.072	0.934
		32 0.006	-0.002	20.087	0.950
		33 0.054	0.069	21.545	0.937
		34 -0.007	0.008	21.573	0.952
		35 -0.024	-0.022	21.858	0.959
		36 0.067	0.080	24.167	0.934

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Gambar 4. 5 Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram Data *Return Bitcoin* dan *Return FTSE 100*
(Sumber: Data diolah, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.5, seluruh nilai probabilitasnya lebih besar dari Tingkat signifikansi (α) 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi dalam data *return Bitcoin* dan *return FTSE 100*, sehingga dapat mendukung H_0 .

Date: 05/11/25

Time: 19:17

Sample: 1/03/2016

12/29/2024

Included observations: 470

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.045	-0.045	0.9608	0.327
		2	0.042	0.040	1.8113	0.404
		3	-0.008	-0.005	1.8453	0.605
		4	0.038	0.036	2.5460	0.636
		5	-0.000	0.003	2.5461	0.770
		6	0.001	-0.002	2.5462	0.863
		7	0.014	0.014	2.6361	0.917
		8	-0.029	-0.030	3.0477	0.931
		9	0.065	0.061	5.0588	0.829
		10	-0.018	-0.010	5.2158	0.876
		11	0.034	0.027	5.7684	0.888
		12	0.019	0.025	5.9379	0.919
		13	0.013	0.008	6.0241	0.945
		14	0.033	0.034	6.5591	0.950
		15	0.028	0.028	6.9306	0.960
		16	-0.024	-0.029	7.2196	0.969
		17	0.050	0.050	8.4566	0.956
		18	-0.040	-0.042	9.2451	0.954
		19	-0.023	-0.030	9.5103	0.964
		20	-0.080	-0.081	12.673	0.891
		21	-0.016	-0.028	12.801	0.915
		22	-0.063	-0.058	14.739	0.873
		23	0.051	0.046	16.039	0.854
		24	-0.030	-0.023	16.475	0.870
		25	-0.012	-0.011	16.543	0.898
		26	0.021	0.016	16.774	0.916
		27	-0.032	-0.027	17.272	0.924
		28	0.035	0.029	17.888	0.929
		29	0.011	0.026	17.944	0.945
		30	-0.067	-0.072	20.189	0.912
		31	-0.045	-0.034	21.214	0.906
		32	-0.001	-0.006	21.214	0.927
		33	0.061	0.080	23.098	0.900
		34	-0.012	0.004	23.175	0.920
		35	-0.023	-0.021	23.444	0.932
		36	0.064	0.076	25.530	0.903

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Gambar 4. 6 Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram Data *Return Bitcoin* dan *Return NIKKEI 225*
(Sumber: Data diolah, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.6, seluruh nilai probabilitasnya lebih besar dari Tingkat signifikansi (α) 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi dalam data *return Bitcoin* dan *return NIKKEI 225*, sehingga dapat mendukung H_0 .

4.1.4.2 Uji Efek ARCH-LM

Uji ARCH-LM (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity-Lagrange Multiplier*) diterapkan untuk memverifikasi validitas spesifikasi model dengan menguji keberadaan efek ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) pada residual. Keberadaan efek ARCH mengindikasikan pelanggaran asumsi homoskedastisitas, yang berpotensi menghasilkan estimasi parameter yang bias dan tidak konsisten. Oleh karena itu, uji ini menjadi krusial dalam memastikan keandalan hasil estimasi model. Hasil pengujian ARCH-LM, yang menunjukkan ketiadaan efek ARCH pada model final, disajikan secara komprehensif pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji ARCH-LM

Variabel	Nilai Prob. <i>Chi-Square</i>	Hasil Pengujian	Kesimpulan
<i>Bitcoin - S&P 500</i>	0,1092	Dapat mendukung H_0	Tidak terdapat efek ARCH
<i>Bitcoin - FTSE 100</i>	0,3871	Dapat mendukung H_0	Tidak terdapat efek ARCH
<i>Bitcoin - NIKKEI 225</i>	0,2128	Dapat mendukung H_0	Tidak terdapat efek ARCH

(Sumber: Data diolah, 2025)

Tabel 4.4 memuat hasil uji ARCH-LM pada model yang dihasilkan untuk melihat apakah data terkontaminasi efek ARCH atau tidak. Penelitian ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat efek ARCH.
2. H_1 : Terdapat efek ARCH.

Ketentuan yang digunakan untuk memenuhi syarat mengandung efek ARCH dalam penelitian ini yakni jika $p\text{-value } Obs*R\text{-Squared} < \alpha$, maka tidak dapat

mendukung H_0 berarti terdapat efek ARCH dalam data, sedangkan jika $p\text{-value } Obs*R\text{-Squared} > \alpha$, maka dapat mendukung H_0 berarti tidak terdapat efek ARCH dalam data. Dari tabel 4.4 dapat diketahui bahwa:

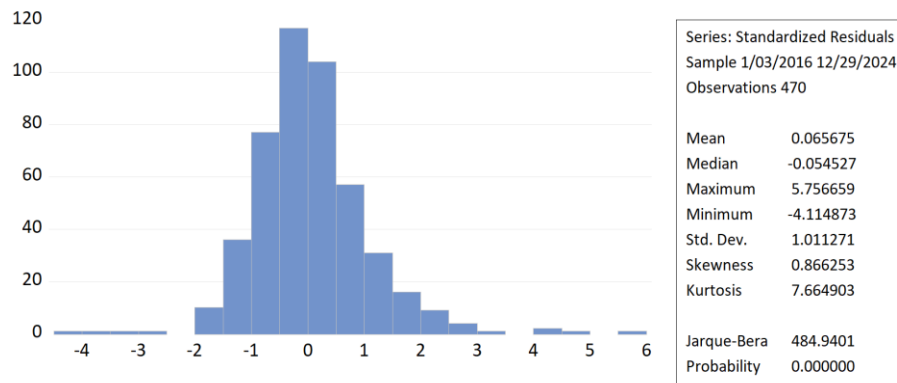
- 1) Nilai $p\text{-value } Obs*R\text{-Squared}$ pada model variabel *Bitcoin* dan S&P 500 yakni sebesar $0,1092 > 0,05$, maka tidak terdapat efek ARCH dalam data.
- 2) Nilai $p\text{-value } Obs*R\text{-Squared}$ pada model variabel *Bitcoin* dan FTSE 100 yakni sebesar $0,3871 > 0,05$, maka tidak terdapat efek ARCH dalam data.
- 3) Nilai $p\text{-value } Obs*R\text{-Squared}$ pada model variabel *Bitcoin* dan NIKKEI 225 yakni sebesar $0,2128 > 0,05$, maka tidak terdapat efek ARCH dalam data.

4.1.4.3 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan apakah data yang diamati berdistribusi normal atau tidak. Penelitian ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Data terdistribusi normal.
2. H_1 : Data tidak terdistribusi normal.

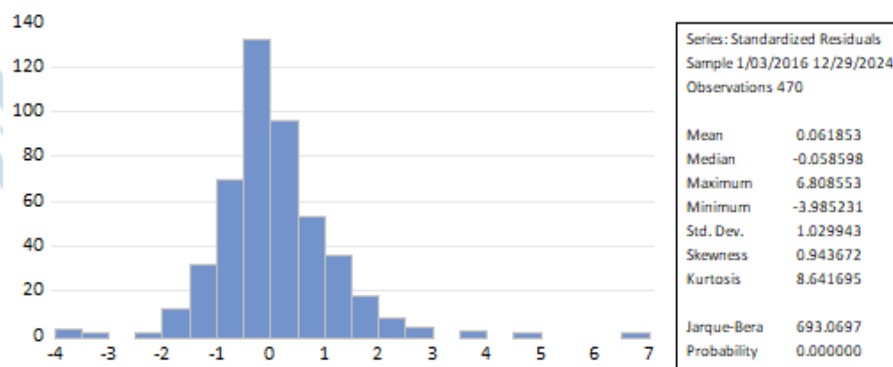
Ketentuan yang digunakan untuk memenuhi syarat berdistribusi normal dalam penelitian ini yakni jika nilai $probability$ Jarque-Bera $< \alpha$, maka tidak dapat mendukung H_0 berarti data tidak terdistribusi normal, sedangkan jika nilai $probability$ Jarque-Bera $\geq \alpha$, maka dapat mendukung H_0 berarti data terdistribusi normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4. 7 Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera Data *Return Bitcoin* dan *Return S&P 500*

(Sumber: Data diolah, 2025)

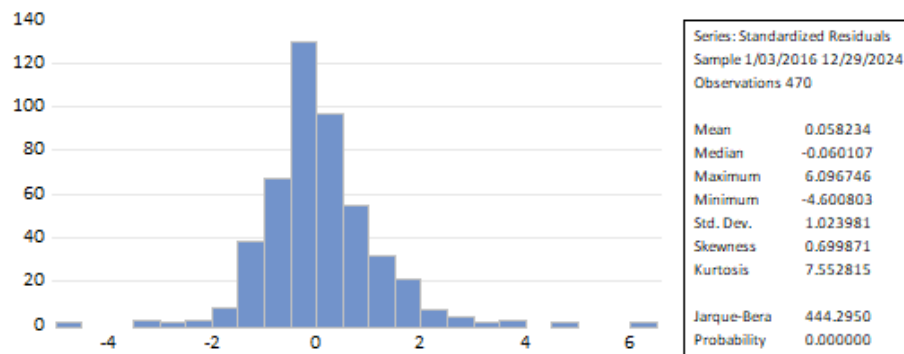
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai probabilitas dari uji normalitas Jarque-Bera adalah sebesar $0,0000 < 0,05$ sehingga tidak dapat mendukung H_0 . Artinya, data *return bitcoin* dan *return S&P 500* tidak terdistribusi normal.



Gambar 4. 8 Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera Data *Return Bitcoin* dan *Return FTSE 100*

(Sumber: Data diolah, 2025)

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai probabilitas dari uji normalitas Jarque-Bera adalah sebesar $0,0000 < 0,05$ sehingga tidak dapat mendukung H_0 . Artinya, data *return bitcoin* dan *return FTSE 100* tidak terdistribusi normal.



Gambar 4. 9 Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera Data *Return Bitcoin* dan *Return NIKKEI 225*

(Sumber: Data diolah, 2025)

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa nilai probabilitas dari uji normalitas Jarque-Bera adalah sebesar $0,0000 < 0,05$ sehingga tidak dapat mendukung H_0 . Artinya, data *return bitcoin* dan *return NIKKEI 225* tidak terdistribusi normal.

Tabel 4. 5 Pemodelan EGARCH dan *Diagnostic Checking*

Variabel	Pemodelan EGARCH			
	AIC	SIC	Mean Equation	Variance Equation
<i>Bitcoin</i> - S&P 500	-1,991613	-1,929763	Harga <i>Bitcoin</i> = 0,009540 + 0,295883 Harga S&P 500	$\ln(\sigma_t^2) = -0,305146 + 0,995890 \ln(\sigma_{t-1}^2) + 0,042497 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0,285433 \left[\frac{ u_{t-1} }{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]$
<i>Bitcoin</i> - FTSE 100	-1,744427	-1,773628	Harga <i>Bitcoin</i> = 0,008235 + 0,018215 Harga FTSE 100	$\ln(\sigma_t^2) = -0,026173 + 0,892443 \ln(\sigma_{t-1}^2) + 0,105241 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0,025138 \left[\frac{ u_{t-1} }{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]$
<i>Bitcoin</i> - NIKKEI 225	-1,919053	-1,948140	Harga <i>Bitcoin</i> = 0,008790 + 0,087339 Harga NIKKEI 225	$\ln(\sigma_t^2) = -0,289062 + 0,939231 \ln(\sigma_{t-1}^2) + 0,030388 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0,152714 \left[\frac{ u_{t-1} }{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right]$
Variabel	Uji Autokorelasi		Uji Efek ARCH-LM	Uji Normalitas
<i>Bitcoin</i> - S&P 500	Tidak ada autokorelasi		Tidak ada efek ARCH	Tidak terdistribusi normal
<i>Bitcoin</i> - FTSE 100	Tidak ada autokorelasi		Tidak ada efek ARCH	Tidak terdistribusi normal
<i>Bitcoin</i> - NIKKEI 225	Tidak ada autokorelasi		Tidak ada efek ARCH	Tidak terdistribusi normal

(Sumber: Data diolah, 2025)

4.1.5 Model *Vector Autoregression* (VAR)

4.1.5.1 Uji *Lag* Optimum

Pemilihan *lag* optimal merupakan tahapan penting dalam analisis VAR (*Vector Autoregression*) untuk mengidentifikasi struktur temporal antar variabel. Penentuan panjang lag yang tepat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria informasi, meliputi *Likelihood Ratio* (LR), *Final Prediction Error* (FPE), *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwartz Information Criterion* (SC), dan *Hannan-Quinn Criterion* (HQ). Kriteria-kriteria ini digunakan untuk menyeimbangkan antara akurasi model dan parsimoni, sehingga dapat menangkap dinamika antar variabel secara optimal tanpa *overfitting*. Hasil seleksi *lag* optimal yang diperoleh dari pengujian disajikan dalam gambar 4.10 sebagai berikut:

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: BTC S_P_500 FTSE_100 NIKKEI_225
Exogenous variables: C
Date: 05/11/25 Time: 20:00
Sample: 1/03/2016 12/29/2024
Included observations: 462

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	3809.091	NA	8.25e-13	-16.47225	-16.43645*	-16.45816*
1	3836.599	54.42024	7.85e-13	-16.52207	-16.34304	-16.45159
2	3854.050	34.22271*	7.80e-13*	-16.52835*	-16.20610	-16.40148
3	3866.364	23.93427	7.92e-13	-16.51240	-16.04692	-16.32914
4	3875.240	17.09960	8.17e-13	-16.48156	-15.87286	-16.24191
5	3887.513	23.43018	8.31e-13	-16.46542	-15.71350	-16.16939
6	3895.396	14.91287	8.60e-13	-16.43029	-15.53514	-16.07786
7	3905.082	18.15592	8.84e-13	-16.40295	-15.36458	-15.99414
8	3909.084	7.433305	9.32e-13	-16.35101	-15.16942	-15.88581

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Gambar 4. 10 Hasil Uji *Lag* Optimum

(Sumber: Data diolah, 2025)

Berdasarkan gambar 4.10, terjadi konflik antar kriteria, seperti yang terlihat pada hasil penelitian ini di mana kriteria SC dan HQ merekomendasikan lag 0, sementara LR, FPE, dan AIC merekomendasikan lag 2. Pemilihan akhir dalam situasi ini harus didasarkan pada tujuan penelitian. Karena penelitian ini bertujuan untuk menguji kausalitas prediktif melalui uji kausalitas granger dan kointegrasi johansen, maka kriteria yang berfokus pada akurasi peramalan seperti AIC dan FPE menjadi lebih relevan. Sebaliknya, kriteria SC dan HQ yang lebih menekankan parsimoni lebih cocok untuk analisis struktural. Oleh karena itu, keputusan untuk memilih lag 2 dapat dipertanggungjawabkan secara metodologis karena didukung oleh mayoritas kriteria (LR, FPE, dan AIC) dan secara teoretis selaras dengan tujuan penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya simbol asterisk (*) pada lag 2 sekaligus lag yang menunjukkan nilai AIC terkecil. Lebih lanjut, pilihan ini juga divalidasi oleh uji hipotesis formal (LR test), yang secara statistik mengonfirmasi bahwa penambahan lag kedua memberikan kontribusi informasi yang signifikan terhadap model.

4.1.5.2 Uji Stabilitas VAR

Setelah menentukan panjang lag optimal pada model VAR (*Vector Autoregression*), tahap selanjutnya adalah melakukan uji stabilitas model VAR untuk memastikan validitas estimasi. Suatu model VAR dinyatakan stabil jika semua nilai modulus akar karakteristik (*eigenvalues*) matriks pendamping (*companion matrix*) bernilai kurang dari satu.

Roots of Characteristic Polynomial
 Endogenous variables: BTC
 S_P_500 FTSE_100
 NIKKEI_225
 Exogenous variables: C
 Lag specification: 1 2
 Date: 05/24/25 Time: 19:36

Root	Modulus
-0.125558 - 0.370350i	0.391055
-0.125558 + 0.370350i	0.391055
-0.190528 - 0.221546i	0.292204
-0.190528 + 0.221546i	0.292204
-0.189345	0.189345
0.168663 - 0.077792i	0.185738
0.168663 + 0.077792i	0.185738
0.112738	0.112738

Gambar 4. 11 Hasil Uji Stabilitas VAR
(Sumber: Data diolah, 2025)

Gambar 4.11, menunjukkan hasil uji stabilitas VAR pada *lag optimum* 2 yang memiliki nilai modulus akar karakteristik (*eigenvalues*) matriks pendamping (*companion matrix*) semuanya bernilai kurang dari satu, hal ini dapat diartikan bahwa data yang akan diteliti sudah stabil pada tingkat VAR. Uji ini menjadi prasyarat krusial karena hanya model VAR yang stabil, yang mampu menghasilkan estimasi yang valid serta konsisten secara statistik, sehingga dapat dilanjutkan untuk uji *granger causality* dan uji *Johansen Cointegration*.

4.1.5.3 Hasil Uji *Granger Causality*

Uji kausalitas Granger diaplikasikan untuk mengidentifikasi hubungan kausal antara variabel-variabel penelitian, baik bersifat unidireksional, bidireksional, maupun tidak terdapat hubungan kausal sama sekali. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi apakah informasi historis suatu variabel dapat secara signifikan memprediksi pergerakan variabel lainnya, sehingga

dapat mengungkap pola hubungan sistematis antar variabel. Hasil lengkap pengujian kausalitas Granger disajikan dalam table 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Hasil Uji Granger Causality

Granger Causality Bitcoin - S&P 500	
Null Hypothesis:	Probability
S&P 500 does not Granger Cause Bitcoin	0.772
Bitcoin does Granger Cause S&P 500	0.008
Granger Causality Bitcoin - FTSE 100	
Null Hypothesis:	Probability
FTSE 100 does not Granger Cause Bitcoin	0.9431
Bitcoin does not Granger Cause FTSE 100	0.0907
Granger Causality Bitcoin - NIKKEI 225	
Null Hypothesis:	Probability
NIKKEI 225 does not Granger Cause Bitcoin	0.9807
Bitcoin does Granger Cause NIKKEI 225	0.0331

(Sumber: Data diolah, 2025)

Tabel 4.6 memuat hasil uji *granger causality* untuk menganalisis hubungan kausalitas antar variabel. Penelitian ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga S&P 500.
 H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga S&P 500.
2. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga S&P 500 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.
 H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga S&P 500 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.
3. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin*

terhadap volatilitas harga FTSE 100.

H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga FTSE 100.

4. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga FTSE 100 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.

H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga FTSE 100 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.

5. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga NIKKEI 225.

H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga NIKKEI 225.

6. H_0 : Tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga NIKKEI 225 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.

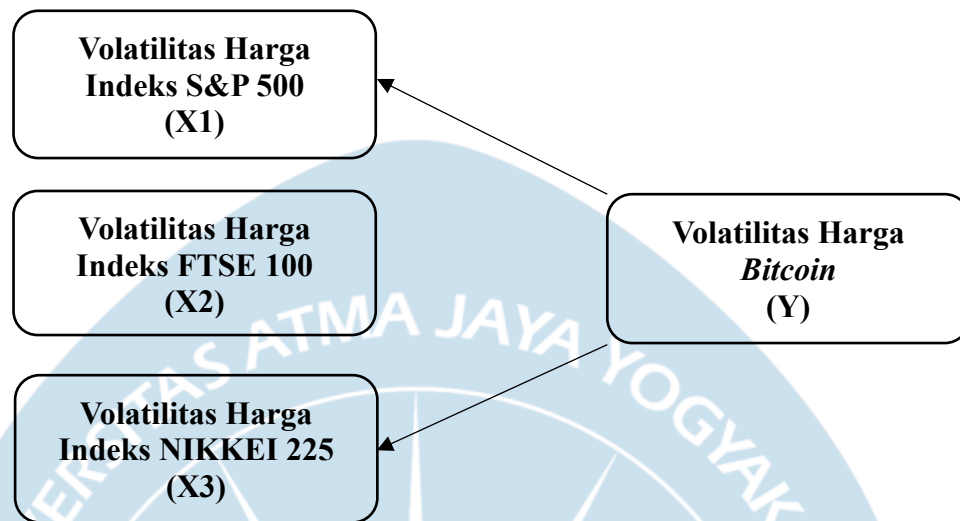
H_1 : Terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga NIKKEI 225 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.

Ketentuan yang digunakan untuk memenuhi syarat kausalitas dalam penelitian ini yakni jika nilai probabilitas $< \alpha$, maka tidak dapat mendukung H_0 atau *null hypothesis* berarti terdapat hubungan kausalitas, sedangkan jika nilai probabilitas $> \alpha$, maka dapat mendukung H_0 atau *null hypothesis* berarti tidak terdapat hubungan kausalitas. Dari tabel 4.6 dapat diketahui bahwa:

- 1) Nilai probabilitas variabel *Bitcoin* dengan S&P 500 yakni sebesar $0,008 < 0,05$, maka terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga S&P 500.

- 2) Nilai probabilitas variabel S&P 500 dengan *Bitcoin* yakni sebesar $0,772 > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga S&P 500 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.
- 3) Nilai probabilitas variabel *Bitcoin* dengan FTSE 100 yakni sebesar $0,0907 > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga FTSE 100.
- 4) Nilai probabilitas variabel FTSE 100 dengan *Bitcoin* yakni sebesar $0,9431 > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga FTSE 100 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.
- 5) Nilai probabilitas variabel *Bitcoin* dengan NIKKEI 225 yakni sebesar $0,0331 < 0,05$, maka terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga *Bitcoin* terhadap volatilitas harga NIKKEI 225.
- 6) Nilai probabilitas variabel NIKKEI 225 dengan *Bitcoin* yakni sebesar $0,9807 > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan kausalitas dari volatilitas harga NIKKEI 225 terhadap volatilitas harga *Bitcoin*.

Hubungan yang terbentuk antara *Bitcoin* dan indeks saham pada *developed markets* yang masing-masing diwakilkan oleh variabel *Bitcoin*, S&P 500, FTSE 100, dan NIKKEI 225. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan uji *Granger Causality* dapat dilihat pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4. 12 Hasil Uji *Granger Causality*

4.1.5.4 Uji *Johansen Cointegration*

Uji *Johansen Cointegration* merupakan teknik ekonometrik multivariat yang digunakan untuk menguji keberadaan hubungan kointegrasi antar variabel deret waktu. Kointegrasi mengindikasikan hubungan ekuilibrium jangka panjang antara variabel-variabel tersebut. Penelitian ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat kointegrasi antar variabel.
2. H_1 : Terdapat kointegrasi antar variabel.

Ketentuan yang digunakan untuk memenuhi syarat kointegrasi dalam penelitian ini yakni jika Jika *probability critical value* dari *max-eigenvalue* dan *probability critical value* dari *trace* $< 0,05$, maka tidak dapat mendukung hipotesis nol, sedangkan jika *probability critical value* dari *max-eigenvalue* dan *probability critical value* dari *trace* $\geq 0,05$, maka dapat mendukung hipotesis nol.

Tabel 4. 7 Hasil Uji Johansen Cointegration Bitcoin – S&P 500

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	<i>0.05 Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,28035	270,7288	15,49471	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,221766	117,0903	3,841465	0,0000
Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	<i>0.05 Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,28035	153,6385	14,26460	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,221766	117,0903	3,841465	0,0000

(Sumber: Data diolah, 2025)

Tabel 4.7 menunjukkan hasil uji *Johansen Cointegration* untuk variabel *Bitcoin* dan *S&P 500* ditemukan adanya kointegrasi diantara dua variabel tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai *probability critical value* dari *max-eigenvalue* dan *probability critical value* dari *trace* $< 0,05$, maka tidak dapat mendukung H_0 . Hal ini berarti terdapat hubungan kointegrasi dan mengindikasikan adanya hubungan jangka panjang antara *Bitcoin* dan *S&P 500*.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Johansen Cointegration Bitcoin – FTSE 100

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	<i>0.05 Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,290937	279,8056	15,49471	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,225351	119,2461	3,841465	0,0000
Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	<i>0.05 Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,290937	160,5595	14,26460	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,225351	119,2461	3,841465	0,0000

(Sumber: Data diolah, 2025)

Tabel 4.8 menunjukkan hasil uji *Johansen Cointegration* untuk variabel *Bitcoin* dan FTSE 100 ditemukan adanya kointegrasi diantara dua variabel tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai *probability critical value* dari *max-eigenvalue* dan *probability critical value* dari *trace* $< 0,05$, maka tidak dapat mendukung H_0 . Hal ini berarti terdapat hubungan kointegrasi dan mengindikasikan adanya hubungan jangka panjang antara *Bitcoin* dan FTSE 100.

Tabel 4. 9 Hasil Uji *Johansen Cointegration Bitcoin – NIKKEI 225*

<i>Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)</i>				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	0.05 <i>Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,290895	276,7395	15,49471	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,220294	116,2073	3,841465	0,0000
<i>Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)</i>				
<i>Hypothesized No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace Statistic</i>	0.05 <i>Critical Value</i>	<i>Prob.** Critical Value</i>
<i>None *</i>	0,290895	160,5322	14,26460	0,0000
<i>At most 1 *</i>	0,220294	116,2073	3,841465	0,0000

(Sumber: Data diolah, 2025)

Tabel 4.9 menunjukkan hasil uji *Johansen Cointegration* untuk variabel *Bitcoin* dan NIKKEI 225 ditemukan adanya kointegrasi diantara dua variabel tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai *probability critical value* dari *max-eigenvalue* dan *probability critical value* dari *trace* $< 0,05$, maka tidak dapat mendukung H_0 . Hal ini berarti terdapat hubungan kointegrasi dan mengindikasikan adanya hubungan jangka panjang antara *Bitcoin* dan NIKKEI 225.

4.2 Pembahasan

Analisis dalam penelitian ini menggunakan serangkaian uji ekonometrik yaitu pemodelan EGARCH, dan pemodelan VAR yang menggunakan uji kausalitas

Granger serta uji kointegrasi Johansen untuk membedah secara komprehensif dinamika hubungan antara volatilitas harga mingguan *Bitcoin* dan tiga indeks saham pada *developed markets*. Hasil dari pengujian-pengujian ini, yang menjadi fondasi dari keseluruhan pembahasan, diringkas dalam tabel 4.10 untuk memberikan gambaran umum yang terstruktur sebelum analisis mendalam pada setiap sub-bagian.



Tabel 4. 10 Ringkasan Hasil Penelitian

Variabel	Arah Kausalitas (Granger Causality)	Signifikansi <i>Spillover</i> (Koefisien β_1 Mean Equation EGARCH)	Magnitudo <i>Spillover</i> (Koefisien α Variance Equation EGARCH)	Persistensi Volatilitas (Koefisien β Variance Equation EGARCH)	Sifat Asimetri (Koefisien γ Variance Equation EGARCH)	Hubungan Jangka Panjang (Johansen Cointegration)
<i>Bitcoin</i> - S&P 500	<i>Bitcoin</i> → S&P 500 (Unidireksional)	Signifikan ($p=0,0000$)	28,54% ($p=0,0002$)	Signifikan ($p=0,0000$)	Positif ($\gamma>0$): <i>shock</i> positif akan meningkatkan volatilitas lebih banyak daripada <i>shock</i> negatif ($p=0,0360$)	Terdapat hubungan jangka panjang ($p=0,0000$)
<i>Bitcoin</i> - FTSE 100	Tidak Ada	Tidak Signifikan ($p=0,2327$)	2,51% ($p=0,0178$)	Tidak Signifikan ($p=0,1568$)	Positif ($\gamma>0$): <i>shock</i> positif akan meningkatkan volatilitas lebih banyak daripada <i>shock</i> negatif ($p=0,0000$)	Terdapat hubungan jangka panjang ($p=0,0000$)
<i>Bitcoin</i> - NIKKEI 225	<i>Bitcoin</i> → NIKKEI 225 (Unidireksional)	Signifikan ($p=0,0096$)	15,27% ($p=0,0002$)	Signifikan ($p=0,0000$)	Positif ($\gamma>0$): <i>shock</i> positif akan meningkatkan volatilitas lebih banyak daripada <i>shock</i> negatif ($p=0,0142$)	Terdapat hubungan jangka panjang ($p=0,0000$)

(Sumber: Data diolah, 2025)

4.2.1 *Volatility Spillover* dan Interelasi Antara *Bitcoin* dengan Indeks S&P 500

Hasil uji Kausalitas Granger menyajikan bukti statistik yang kuat mengenai adanya hubungan kausalitas satu arah dari *Bitcoin* ke indeks S&P 500, dengan nilai probabilitas 0,008 yang jauh di bawah ambang batas signifikansi 5%. Sebaliknya, tidak ditemukan hubungan kausal dari S&P 500 ke *Bitcoin* (probabilitas 0,772). Meskipun dalam jangka pendek *Bitcoin* bertindak sebagai pengirim guncangan, hasil uji kointegrasi Johansen dengan nilai probabilitas 0,0000 mengonfirmasi adanya hubungan keseimbangan jangka panjang antara kedua aset. Ini menandakan bahwa kedua pasar tidak dapat bergerak menyimpang terlalu jauh satu sama lain dalam horizon waktu yang panjang, serta terdapat kekuatan pasar yang akan menarik keduanya kembali ke sebuah jalur keseimbangan bersama.

Model EGARCH juga memberikan konfirmasi lebih lanjut atas temuan yang signifikan pada *mean equation* parameter β_1 sebagai pengukur *volatility spillover*, memiliki nilai sebesar 0,295883 dengan probabilitas $0,0000 < 0,05$. Dengan demikian, terdapat *volatility spillover* dari *Bitcoin* terhadap S&P 500. Analisis lebih lanjut menggunakan model EGARCH memungkinkan kuantifikasi dan pemahaman yang lebih dalam mengenai transmisi volatilitas ini. Pertama, koefisien ARCH (α) pada *variance equation* bernilai 0,285433 dan sangat signifikan secara statistik ($p=0,0002$). Angka ini dapat diinterpretasikan bahwa magnitudo *volatility spillover* dari harga *Bitcoin* sebesar 28,54% terhadap harga S&P 500, dengan asumsi dalam penelitian ini bahwa variabel lain yang dapat memengaruhi *volatility spillover* dianggap konstan. Kedua, koefisien GARCH (β) yang bernilai 0,995890 dan mendekati 1 menunjukkan adanya persistensi volatilitas

yang sangat kuat. Artinya, sekali guncangan volatilitas terjadi, dampaknya cenderung bertahan lama di pasar dan tidak cepat mereda, mengindikasikan memori volatilitas yang panjang. Temuan yang penting dari model EGARCH adalah koefisien asimetri (γ) yang bernilai positif (0,042497) dan signifikan ($p=0,0360$). Guncangan positif di pasar *Bitcoin*, seperti kenaikan harga yang tajam atau berita adopsi yang masif, justru memicu volatilitas yang lebih besar di pasar S&P 500 dibandingkan guncangan negatif.

Temuan penelitian ini memperjelas dinamika yang tidak sepenuhnya konsisten dengan literatur sebelumnya. Meskipun Wang et al. (2020) dan Gönüllü (2022) menemukan korelasi dua arah dan kointegrasi jangka panjang, yang juga terkonfirmasi dalam penelitian ini melalui hubungan ekuilibrium jangka panjang, hasil uji *Granger Causality* pada penelitian ini justru mengungkapkan pola *spillover* satu arah dari *Bitcoin* ke S&P 500. Hal ini selaras dengan temuan Akinci et al. (2018) dan Hung (2022) tentang dominasi *Bitcoin* sebagai pengirim volatilitas. Hal ini bertentangan dengan Ünvan (2021) yang menyangkal hubungan kausalitas antara kedua aset tersebut. Adanya perbedaan temuan ini dikarenakan perbedaan periode analisis. Periode data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu hingga akhir 2024 jauh lebih mutakhir dan mencakup serangkaian peristiwa transformatif yang tidak tertangkap oleh studi-studi sebelumnya. Peristiwa seperti adopsi institusional yang masif, krisis pandemi COVID-19, dan yang paling krusial, persetujuan ETF *Bitcoin* spot di Amerika Serikat pada Januari 2024, secara fundamental telah mengubah struktur pasar. Peristiwa-peristiwa ini telah meningkatkan legitimasi, likuiditas, dan keterkaitan *Bitcoin* dengan sistem

keuangan tradisional, yang secara efektif memperkuat perannya dari sekadar aset pinggiran menjadi aset makro yang mampu mengirimkan sinyal dan risiko ke pasar tradisional.

Temuan ini bukan sekadar menunjukkan korelasi, melainkan sebuah implikasi prediktif. Informasi yang terkandung dalam volatilitas pasar *Bitcoin* secara statistik mendahului dan memiliki kemampuan untuk memprediksi pergerakan volatilitas di pasar saham AS (Akinci et al., 2018). Fenomena ini dapat dijelaskan oleh karakteristik operasional pasar kripto yang unik. *Bitcoin* diperdagangkan selama 24 jam sehari, 7 hari seminggu, tanpa jeda. Hal ini memungkinkannya untuk menyerap dan merefleksikan informasi global, baik itu perkembangan geopolitik, perubahan kebijakan moneter, maupun pergeseran sentimen risiko investor secara lebih cepat dan instan dibandingkan pasar saham tradisional yang terikat oleh jam perdagangan formal (Hung, 2022). Dengan demikian, lonjakan volatilitas di pasar *Bitcoin* dapat dipertimbangkan sebagai sinyal peringatan atau *leading indicator* bagi para pelaku pasar AS mengenai potensi turbulensi yang akan datang.

Dari perspektif *Modern Portfolio Theory* (MPT) yang diperkenalkan oleh Markowitz (1952), temuan ini memberikan implikasi yang signifikan. MPT berfokus pada diversifikasi untuk mengurangi risiko portofolio dengan mengombinasikan aset-aset yang memiliki korelasi rendah. Awalnya, *Bitcoin* dianggap sebagai diversifier yang ideal karena korelasinya yang rendah dengan aset tradisional (Melawati & Tri Gunarsih, 2023). Namun, bukti adanya *volatility spillover* satu arah dan kointegrasi jangka panjang menantang narasi sederhana

tersebut. *Bitcoin* tidak hanya menambahkan risikonya sendiri ke dalam portofolio, tetapi secara aktif *mentransmisikan* risiko kepada S&P 500. Ini berarti *Bitcoin* telah berevolusi menjadi sumber risiko sistematis baru bagi portofolio yang terekspos pada ekuitas AS. Akibatnya, manfaat diversifikasi yang ditawarkannya menjadi terbatas dan terkikis, terutama selama periode gejolak pasar yang dipicu oleh ekosistem kripto itu sendiri (Hung, 2022).

Berdasarkan serangkaian bukti empiris yang kuat dari uji Kausalitas Granger yang menunjukkan hubungan sebab-akibat satu arah, model EGARCH yang mengkuantifikasi *spillover* dan efek asimetris, serta uji Kointegrasi Johansen yang mengonfirmasi hubungan keseimbangan jangka panjang, maka dapat disimpulkan secara tegas bahwa hipotesis H1, yang menyatakan terdapat *volatility spillover* dan interelasi antara *Bitcoin* dengan indeks S&P 500 pada periode 2016-2024, dapat didukung oleh penelitian ini.

4.2.2 *Volatility Spillover* dan Interelasi Antara *Bitcoin* dengan Indeks FTSE 100

Hasil uji Kausalitas Granger menunjukkan tidak adanya hubungan kausalitas yang signifikan antara *Bitcoin* dan FTSE 100. Nilai probabilitas untuk hipotesis "*Bitcoin does not Granger Cause* FTSE 100" adalah 0,0907, dan untuk hipotesis "*FTSE 100 does not Granger Cause Bitcoin*" adalah 0,9431, di mana keduanya berada di atas tingkat signifikansi 5%. Ini berarti bahwa dalam basis mingguan, guncangan volatilitas di satu pasar tidak dapat digunakan sebagai prediktor statistik untuk guncangan di pasar lainnya dalam jangka pendek. Kedua

pasar tampak bergerak secara independen dalam hal transmisi volatilitas jangka pendek.

Namun, temuan ini menghadirkan sebuah paradoks yang menarik ketika dihadapkan dengan hasil uji kointegrasi Johansen. Uji tersebut mengonfirmasi adanya hubungan keseimbangan jangka panjang antara *Bitcoin* dan FTSE 100 dengan nilai probabilitas 0,0000. Ini menyiratkan bahwa meskipun tidak ada hubungan dalam jangka pendek, kedua aset ini pada akhirnya sama-sama dipengaruhi oleh faktor-faktor makroekonomi global yang sama seperti, kebijakan moneter global, pergeseran selera risiko investor secara umum yang mengikat pergerakan mereka dalam jangka panjang (Pala, 2024). Mereka dapat menyimpang dari jalur bersama dalam jangka pendek, tetapi kekuatan pasar akan menarik mereka kembali menuju ekuilibrium dari waktu ke waktu.

Model EGARCH juga memberikan konfirmasi lebih lanjut atas temuan yang tidak signifikan pada *mean equation* parameter β_1 sebagai pengukur *volatility spillover*, memiliki nilai sebesar 0,018215 dengan probabilitas $0,2327 > 0,05$. Dengan demikian, tidak terdapat *volatility spillover* dari *Bitcoin* terhadap FTSE 100. Lebih lanjut, Koefisien ARCH (α) pada *variance equation*, meskipun signifikan secara statistik ($p=0,0178$), memiliki nilai yang sangat kecil, yaitu 0,025138. Ini mengindikasikan bahwa magnitudo *volatility spillover* dari harga *Bitcoin* hanya sebesar 2,51% terhadap harga FTSE 100, dengan asumsi dalam penelitian ini bahwa variabel lain yang dapat memengaruhi *volatility spillover* dianggap konstan, sebuah angka yang secara praktis dan ekonomis dapat diabaikan. Lebih lanjut, koefisien GARCH (β) ditemukan tidak signifikan ($p=0,1568$), yang

berarti tidak ada bukti adanya persistensi volatilitas yang jelas, guncangan yang terjadi cenderung cepat hilang dan tidak meninggalkan jejak yang panjang. Menariknya, meskipun hubungan secara keseluruhan lemah, koefisien asimetri (γ) ditemukan positif dan signifikan, menunjukkan bahwa pasar FTSE 100, meskipun sedikit, tetap merespons lebih kuat terhadap berita baik dari pasar *Bitcoin*.

Temuan tidak adanya *spillover* volatilitas jangka pendek yang signifikan ini sangat sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pala (2024), yang juga tidak menemukan hubungan yang berarti antara pasar kripto dan indeks FTSE 100. Namun, hasil ini bertentangan dengan Gönüllü (2022) yang melaporkan adanya kausalitas satu arah dari pasar kripto ke FTSE 100.

Alasan utama dibalik ketahanan FTSE 100 ini terletak pada komposisi fundamentalnya yang sangat berbeda dari S&P 500. Seperti yang diimplikasikan dalam literatur (Pala, 2024), Indeks FTSE 100 sangat terkonsentrasi pada sektor-sektor tradisional, defensif, dan berorientasi nilai, seperti Keuangan (23,1%), Barang Konsumsi Pokok (17,8%), Industri (14,5%), dan Energi (10,8%). Terdapat kesenjangan yang mencolok dalam sektor teknologi, di mana sektor Teknologi Informasi hanya menyumbang sekitar 1% dari total indeks. Akibatnya, Porsi sektor teknologi, yang cenderung lebih sensitif dan responsif terhadap sentimen inovasi dan risiko yang menggerakkan aset digital seperti *Bitcoin*, jauh lebih kecil dibandingkan dengan indeks S&P 500 dan NIKKEI 225 yang relatif padat pada sektor teknologi. Oleh karena itu, struktur pasar saham Inggris secara inheren kurang rentan terhadap penularan guncangan yang berasal dari ekosistem kripto.

Implikasi dari temuan ini terhadap *Modern Portfolio Theory* (MPT) sangatlah jelas dan praktis. Dari sudut pandang MPT, tidak adanya *volatility spillover* jangka pendek yang signifikan merupakan kabar baik bagi investor yang mencari diversifikasi. Ini berarti bahwa untuk sebuah portofolio yang berfokus pada ekuitas Inggris (FTSE 100), *Bitcoin* dapat berfungsi sebagai alat diversifikasi yang jauh lebih efektif dibandingkan untuk portofolio yang berfokus pada pasar AS atau Jepang. Penambahan *Bitcoin* ke dalam portofolio FTSE 100 cenderung tidak akan meningkatkan risiko secara signifikan dalam jangka pendek, sehingga memberikan manfaat pengurangan risiko yang lebih murni dan sesuai dengan prinsip dasar MPT.

Temuan penelitian ini memberikan jawaban yang tegas terhadap hipotesis H2. Dengan demikian, hipotesis H2, yang menyatakan terdapat *volatility spillover* dan interelasi antara *Bitcoin* dengan indeks FTSE 100 pada periode 2016-2024, tidak dapat didukung. Meskipun aspek "interelasi" dari hipotesis terbukti benar dalam jangka panjang, sebagaimana ditunjukkan oleh uji kointegrasi yang signifikan. Namun, aspek "*volatility spillover*" jangka pendek, yang merupakan inti dari transmisi risiko langsung, tidak ditemukan secara signifikan dalam analisis kausalitas dan model EGARCH. Oleh karena itu, hipotesis H2 tidak dapat diterima.

4.2.3 *Volatility Spillover* dan Interelasi Antara *Bitcoin* dengan Indeks NIKKEI 225

Serupa dengan kasus S&P 500, hasil uji Kausalitas Granger menunjukkan adanya hubungan kausalitas satu arah yang signifikan dari *Bitcoin* ke indeks NIKKEI 225, dengan nilai probabilitas 0,0331. Tidak ada bukti kausalitas yang berjalan ke arah sebaliknya (probabilitas 0,9807). Hal ini mengindikasikan bahwa

volatilitas pasar kripto bertindak sebagai sumber informasi yang mendahului dan memiliki hubungan pergerakan volatilitas di pasar saham Jepang. Di samping itu, uji kointegrasi Johansen juga mengonfirmasi adanya hubungan keseimbangan jangka panjang di antara keduanya, menandakan bahwa mereka terikat oleh tren fundamental yang sama dalam jangka panjang.

Model EGARCH juga memberikan konfirmasi lebih lanjut atas temuan yang signifikan pada *mean equation* parameter β_1 sebagai pengukur *volatility spillover*, memiliki nilai sebesar 0,087339 dengan probabilitas $0,0096 < 0,05$. Dengan demikian, terdapat *volatility spillover* dari *Bitcoin* terhadap NIKKEI 225. Lebih lanjut, koefisien ARCH (α) pada *variance equation* bernilai 0,152714 dan signifikan secara statistik ($p=0,0002$). Ini berarti magnitudo *volatility spillover* dari harga *Bitcoin* sebesar 15,27% terhadap harga NIKKEI 225, dengan asumsi dalam penelitian ini bahwa variabel lain yang dapat memengaruhi *volatility spillover* dianggap konstan. Meskipun angka ini lebih rendah dibandingkan dampaknya pada S&P 500, besaran ini tetap signifikan secara ekonomi dan tidak dapat diabaikan. Koefisien GARCH (β) yang tinggi (0,939231) dan signifikan menunjukkan adanya persistensi volatilitas yang kuat, mirip dengan yang ditemukan di pasar AS, di mana guncangan cenderung bertahan lama. Ditemukan juga adanya efek asimetri positif yang signifikan, dengan koefisien gamma (γ) bernilai 0,030388 ($p=0,0142$). Ini mengonfirmasi pola bahwa guncangan positif atau sentimen euforia dari pasar *Bitcoin* menciptakan lebih banyak gejolak dan ketidakpastian di pasar saham Jepang dibandingkan dengan guncangan negatif.

Literatur yang ada mengenai hubungan *Bitcoin*-NIKKEI 225 sangat tidak konsisten dan seringkali bertentangan. Temuan penelitian ini secara spesifik mendukung hasil dari Münyas & Atasoy (2021) dan dari Akinci et al. (2018), yang juga menemukan adanya kausalitas dari *Bitcoin* ke NIKKEI 225. Di sisi lain, temuan ini secara langsung bertentangan dengan kesimpulan dari Alsulami & Raza (2025) dan Ünvan (2021) yang menemukan arah kausalitas sebaliknya, serta Gönüllü (2022) yang tidak menemukan hubungan kausal sama sekali. Penyebab perbedaan hasil temuan penelitian ini dengan peneliti terdahulu tidak hanya terletak pada kebaruan data, tetapi pada ketepatan metodologis dalam menjawab pertanyaan penelitian inti. Sementara penelitian Alsulami & Raza (2025) juga menggunakan data hingga 2024, model NARDL yang mereka gunakan berfokus pada hubungan asimetris antara tingkat harga, bukan secara spesifik pada transmisi *volatilitas*. Penelitian ini, dengan menggunakan model EGARCH, secara eksplisit dirancang untuk mengukur dan mengkuantifikasi *volatility spillover* dan efek asimetrisnya. Temuan koefisien ARCH (α) yang signifikan (0,152714) dan koefisien asimetri (γ) yang positif (0,030388) memberikan bukti langsung dan terukur mengenai bagaimana guncangan dari *Bitcoin* menularkan risiko di pasar NIKKEI 225. Ini adalah fenomena ekonomi yang berbeda dari sekadar hubungan harga. Oleh karena itu, perbedaan hasil dapat diatribusikan pada fakta bahwa kedua studi mengukur aspek hubungan yang berbeda.

Lebih lanjut, argumen evolusi pasar tetap relevan untuk menjelaskan perbedaan dengan studi lain yang menggunakan data lebih lampau seperti penelitian Ünvan (2021) dan Gönüllü (2022). Periode analisis hingga 2024 dalam

penelitian ini menangkap dampak transformatif dari persetujuan ETF *Bitcoin* spot di AS, sebuah peristiwa yang secara fundamental meningkatkan integrasi *Bitcoin* ke dalam sistem keuangan global dan memperkuat perannya sebagai aset makro. Kombinasi dari metodologi yang lebih spesifik (EGARCH) dan periode data yang mencakup perubahan struktural pasar memberikan justifikasi yang kuat mengapa temuan penelitian ini lebih akurat dalam merefleksikan dinamika pasar saat ini, sekaligus mampu menyelesaikan inkonsistensi dalam literatur sebelumnya.

Dari perspektif *Modern Portfolio Theory* (MPT), implikasinya serupa dengan kasus S&P 500. Adanya *volatility spillover* yang terbukti secara statistik dan signifikan secara ekonomi berarti bahwa manfaat diversifikasi dari penambahan *Bitcoin* ke dalam portofolio yang berisi saham-saham Jepang (NIKKEI 225) telah terkikis secara signifikan. Investor tidak dapat lagi berasumsi bahwa *Bitcoin* akan bergerak secara independen dari pasar saham Jepang. Sebaliknya, mereka harus secara aktif mengelola risiko penularan yang kini secara jelas berasal dari *Bitcoin*.

Bukti empiris yang disajikan, mulai dari kausalitas satu arah yang signifikan, dampak *spillover* yang terkuantifikasi melalui model EGARCH, hingga konfirmasi hubungan keseimbangan jangka panjang melalui uji kointegrasi, memberikan dukungan yang komprehensif dan kuat. Dengan demikian, dapat disimpulkan secara tegas bahwa hipotesis H3, yang menyatakan terdapat *volatility spillover* dan interelasi antara *Bitcoin* dengan indeks NIKKEI 225 pada periode 2016-2024, didukung oleh penelitian ini.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menganalisis hubungan *volatility spillover* dan interelasi antara *Bitcoin* dengan indeks saham pada *developed markets* (S&P 500, FTSE 100, dan NIKKEI 225) selama periode 2016-2024, menggunakan data *weekly closing price*, lalu menghitung *return* dari data tersebut. Berdasarkan hasil analisis statistik yang komprehensif, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Terdapat *volatility spillover* satu arah dari *Bitcoin* terhadap indeks S&P 500 pada periode 2016-2024. Hasil uji *Granger Causality* dan model EGARCH secara konsisten menunjukkan bahwa terdapat *volatility spillover* satu arah dari *Bitcoin* terhadap indeks S&P 500, namun tidak sebaliknya. Sebuah temuan baru dari penelitian ini adalah kuantifikasi magnitudo *spillover* tersebut sebesar 28,54%, adanya respons asimetris dimana *shock* positif *Bitcoin* lebih meningkatkan volatilitas S&P 500 serta adanya persistensi volatilitas yang sangat kuat. Selain itu, terdapat hubungan kointegrasi jangka panjang antara kedua aset ini.
2. Tidak terdapat *volatility spillover* yang signifikan antara *Bitcoin* dengan indeks FTSE 100 dalam jangka pendek pada periode 2016-2024. Hasil uji *Granger Causality* dan model EGARCH konsisten menunjukkan bahwa tidak adanya *volatility spillover* yang signifikan antara *Bitcoin* dengan indeks FTSE 100 dalam jangka pendek, serta persistensi volatilitas yang tidak signifikan, meski magnitudo *spillover* yang lemah dan respon

asimetris positif teridentifikasi. Temuan ini memberikan nuansa penting bahwa interaksi *Bitcoin* dengan pasar maju tidak seragam. Meskipun demikian, uji kointegrasi mengindikasikan adanya hubungan jangka panjang antara kedua aset.

3. Terdapat *volatility spillover* satu arah dari *Bitcoin* terhadap indeks NIKKEI 225 pada periode 2016-2024. Hasil uji *Granger Causality* dan model EGARCH secara konsisten menunjukkan bahwa terdapat *volatility spillover* satu arah dari *Bitcoin* terhadap indeks NIKKEI 225. Kontribusi penelitian ini adalah identifikasi magnitudo *spillover* sebesar 15,27%, respons asimetris terhadap *shock* positif *Bitcoin* serta adanya persistensi volatilitas yang sangat kuat. Terdapat pula hubungan kointegrasi jangka panjang antara kedua aset.

5.2 Implikasi Manajerial

Bagi investor, pemahaman mengenai dinamika *volatility spillover* ini sangat krusial. Adanya *spillover* satu arah dari *Bitcoin* kepada S&P 500 dan NIKKEI 225 menyiratkan bahwa *Bitcoin*, dengan volatilitasnya yang tinggi, dapat menjadi sumber risiko bagi portofolio yang memiliki eksposur pada pasar saham Amerika Serikat dan Jepang. Oleh karena itu, investor tidak dapat sepenuhnya mengandalkan *Bitcoin* sebagai aset diversifikasi atau lindung nilai yang efektif untuk kedua pasar ini, terutama dalam jangka pendek, karena pergerakan volatilitas *Bitcoin* dapat menular dan memperburuk tekanan di pasar saham Amerika Serikat dan Jepang.

Sebaliknya, untuk pasar Inggris yang diwakili oleh FTSE 100, di mana tidak ditemukan *spillover* volatilitas jangka pendek yang signifikan, *Bitcoin* masih dapat

menawarkan manfaat diversifikasi yang lebih baik. Namun, hubungan kointegrasi jangka panjang yang ditemukan untuk ketiga indeks, hal ini mengindikasikan bahwa dalam jangka panjang, tidak ada aset yang sepenuhnya terisolasi, termasuk *Bitcoin*, sehingga dinamika hubungan ini tetap perlu diperhatikan.

Lebih lanjut, temuan bahwa terdapat *volatility spillover* satu arah dari *Bitcoin* terhadap volatilitas S&P 500 dan NIKKEI 225, dan tidak sebaliknya dalam jangka pendek. Hal tersebut dapat membuka potensi *Bitcoin* untuk berfungsi sebagai salah satu sinyal atau *leading indicator* bagi pergerakan di kedua pasar saham tersebut. Investor dan manajer portofolio dapat mempertimbangkan untuk memantau pergerakan harga dan volatilitas *Bitcoin* sebagai salah satu input dalam pengambilan keputusan investasi taktis atau strategi manajemen risiko. Misalnya, lonjakan volatilitas atau penurunan tajam harga *Bitcoin* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu faktor pemicu untuk melakukan penyesuaian alokasi aset secara hati-hati atau meningkatkan strategi lindung nilai pada portofolio saham Amerika Serikat dan Jepang. Investor perlu terus memantau dinamika pasar *Bitcoin* dan regulasi yang berkembang, serta mempertimbangkan strategi manajemen risiko yang lebih kompleks, seperti *dynamic hedging* atau diversifikasi lintas kelas aset yang lebih luas, untuk mengelola eksposur volatilitas secara efektif.

5.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, terdapat perbedaan jam operasional antar pasar yang dapat menyebabkan kesenjangan data dan menyulitkan gambaran menyeluruh mengenai pergerakan pasar secara sinkron. Kedua, meskipun periode analisis 2016-2024 cukup panjang

dan mencakup berbagai peristiwa penting, penelitian ini tidak secara eksplisit memisahkan analisis untuk setiap sub-periode krisis atau perubahan regulasi yang signifikan secara mendalam, yang mungkin memengaruhi dinamika *spillover* dan peran sinyal secara berbeda pada titik waktu tertentu. Ketiga, variabel yang digunakan masih terbatas pada *Bitcoin* sebagai representasi *cryptocurrency* dan tiga indeks saham utama, padahal banyak faktor lain yang memengaruhi harga *Bitcoin* dan dinamika pasar saham. Keterbatasan lain adalah tidak adanya faktor eksternal makroekonomi spesifik yang dipertimbangkan secara eksplisit dalam model sebagai variabel kontrol, seperti perubahan suku bunga, data inflasi, atau indikator sentimen pasar global, yang dapat memengaruhi volatilitas pasar dan hubungan antar aset.

Penting untuk menekankan bahwa penelitian ini, sesuai dengan desain metodologisnya, berfokus pada analisis hubungan dan kausalitas prediktif, bukan untuk membuktikan adanya pengaruh antar variabel. Model VAR dan EGARCH yang digunakan sangat efektif dalam mengidentifikasi apakah pergerakan satu aset dapat memprediksi pergerakan aset lain (Kausalitas Granger) dan bagaimana guncangan volatilitas menular antar pasar (*volatility transmission*). Namun, temuan ini tidak secara otomatis menyiratkan bahwa perubahan harga *Bitcoin* secara langsung menyebabkan perubahan harga indeks saham dalam pengertian sebab-akibat yang fundamental. Klaim kausalitas yang lebih kuat memerlukan penggunaan model struktural yang didasari oleh teori ekonomi yang kuat untuk mengidentifikasi guncangan, atau melalui desain penelitian quasi-eksperimental. Dengan demikian, interpretasi hasil penelitian ini harus dipahami dalam konteks

keterkaitan statistik dan prediktif, bukan sebagai bukti hubungan sebab-akibat yang definitif.

5.4 Saran

5.4.1 Saran Bagi Investor

Bagi investor, hasil penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pemahaman mendalam tentang *volatility spillover* dan interrelasi antara *Bitcoin* dan pasar saham. Karena adanya *spillover* satu arah dan potensi peran sinyal dari *Bitcoin* terhadap S&P 500 dan NIKKEI 225, investor harus berhati-hati dalam mengandalkan *Bitcoin* semata-mata sebagai alat diversifikasi atau lindung nilai untuk pasar-pasar tersebut. Volatilitas *Bitcoin* dapat menular dan meningkatkan risiko portofolio, namun juga dapat memberikan informasi prediktif. Sebaliknya, ketiadaan *spillover* dan sinyal signifikan terhadap FTSE 100 mungkin menawarkan peluang diversifikasi yang lebih baik untuk pasar Inggris dalam jangka pendek. Selain itu bagi investor juga disarankan untuk:

- Menganalisis profil risiko secara cermat dan menyesuaikan alokasi aset berdasarkan karakteristik *spillover* yang spesifik untuk setiap pasar.
- Mempertimbangkan strategi manajemen risiko yang lebih aktif dan dinamis, yang mungkin memanfaatkan informasi dari pasar *Bitcoin*, terutama saat berinvestasi di aset yang menunjukkan *spillover* volatilitas atau sensitivitas terhadap sinyal *Bitcoin*.

5.4.2 Saran Bagi Peneliti Selanjutnya

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan analisis dengan menambahkan variabel penelitian lain, seperti aset kripto selain *Bitcoin*, seperti *Ethereum* (ETH), *Ripple* (XRP), *Solana* (SOL), atau aset kripto berkapitalisasi pasar besar lainnya. Peneliti selanjutnya juga dapat menambah variabel indeks saham lain seperti indeks saham pada *emerging markets* sebagai perbandingan dengan *developed markets*. Hal ini dapat memberikan perspektif yang lebih komprehensif terkait dinamika *volatility spillover* aset digital dan pasar saham. Selain itu, perlu dipertimbangkan penggunaan periode observasi yang berbeda atau membagi periode analisis menjadi sub-periode yang relevan, seperti, sebelum, selama, dan setelah pandemi COVID-19 atau peluncuran *Bitcoin* ETF untuk menangkap perubahan dinamika pasar.

Peneliti selanjutnya juga dapat menerapkan metode estimasi yang berbeda, seperti pengembangan model GARCH lainnya, atau dengan menggunakan model multivariat lainnya agar dapat memberikan hasil yang lebih *robust* dan nuansa yang lebih dalam. Penelitian di masa depan juga dapat mengintegrasikan faktor-faktor eksternal seperti kebijakan moneter, sentimen pasar global, atau peristiwa geopolitik, untuk memberikan penjelasan yang lebih holistik mengenai *volatility spillover* dan interelasi lintas pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinci, E., Li, J., & Manduchi, A. (2018). *Bitcoin and Stock Market Indexes Causality Title: Bitcoin and Stock Market Indexes Causality*.
- Alexandri, M. B., & Supriyanto, S. (2022). Volatility Spillover between Stock Returns and Oil Prices during the Covid-19 Pandemic in ASEAN. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(1), 126–133. <https://doi.org/10.32479/ijeep.11945>
- Alsulami, F. H., & Raza, A. (2025). *Financial Market Effects on Cryptocurrency Volatility: Symmetric and Asymmetric Evidence from the USA and Japan*. <https://doi.org/10.20944/preprints202501.1421.v1>
- Anisa, D., Anggraini, T., & Tambunan, K. (2023). ANALISIS CRYPTOCURRENCY SEBAGAI ALAT ALTERNATIF BERINVESTASI DI INDONESIA. *Owner*, 7(3), 2674–2682. <https://doi.org/10.33395/owner.v7i3.1698>
- Astutik, E. D., & Ghozali, M. L. (2022). Cryptocurrency Sebagai Mata Uang, Komoditas, dan Instrumen Investasi Dalam Perspektif Sad Dzariah. *AL-MANHAJ: Jurnal Hukum Dan Pranata Sosial Islam*, 4(2), 699–706. <https://doi.org/10.37680/almanhaj.v4i2.2004>
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>
- Bodie, Z., Kane, A., & Markus, A. J. (2021). *Investments*.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- Brooks, C. (2014). *Introductory Econometrics for Finance 3rd Edition (3rd ed.)*. (3rd Edition, p. 441). Cambridge University Press.
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d'Artis. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799–1815. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>

- Derbali, A., Jamel, L., Chenguel, M. B., Lamouchi, A., Elnagar, A. K., & Ltaifa, M. Ben. (2020). Governance structure and cost of debt. *Corporate Governance and Organizational Behavior Review*, 4(1), 41–53. <https://doi.org/10.22495/cgobrv4i1p4>
- Dzerjinsky, R. I., Krynetsky, B. A., & Chernorizova, N. V. (2021). *The Changes Dynamics Analysis in the Japanese Stock Exchange Nikkei^225 Index in the Latest Time* (pp. 102–126). https://doi.org/10.1007/978-3-030-90321-3_11
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2014). *Modern portfolio theory and investment analysis* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *The Journal of Investing*.
- Fadhilah, D. T. (2017). Analisis Spillover Volatilitas Pasar Saham China, Singapura, Malaysia, dan Indonesia. *EProceedings of Management*.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.10.010>
- FTSE Russell. (2025). *FTSE UK Index Series*.
- Ghozali, I., & Ratmono, D. (2017). *Analisis Multivariat dan Ekonometrika: Teori, Konsep, dan Aplikasi Dengan EViews 10* (2nd ed.).
- Gitman, L. J., Juchau, R., & Flanagan, J. (2015). *Principles of managerial finance* (7th Asia-Pacific ed.). Pearson Australia.
- Gönüllü, O. (2022). CRYPTOCURRENCY INDEX AND RELATIONSHIP WITH MAJOR STOCK INDICES. DIGITALIZATION IN BUSINESS AND ECONOMY,. *DIGITALIZATION IN BUSINESS AND ECONOMY*.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2012). *Dasar-Dasar Ekonometrika Buku 2* (5th ed.). Salemba Empat.
- Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308–1321. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.05.005>
- Huberman, G., Leshno, J. D., & Moallemi, C. (2021). Monopoly without a Monopolist: An Economic Analysis of the Bitcoin Payment System. *The*

- Review of Economic Studies*, 88(6), 3011–3040.
<https://doi.org/10.1093/restud/rdab014>
- Hung, N. T. (2022). Asymmetric connectedness among S&P 500, crude oil, gold and Bitcoin. *Managerial Finance*, 48(4), 587–610.
<https://doi.org/10.1108/MF-08-2021-0355>
- Investment Fundamentals: Developed markets | SEI*. (n.d.). Retrieved May 30, 2025, from <https://www.sei.com/investment-fundamentals-developed-markets>
- Ismail, M. I., & Ilyas, N. I. (2023). *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif* (Ed.; 1st ed.). Rajawali Pers.
- Joseph, T. E., Jahanger, A., Onwe, J. C., & Balsalobre-Lorente, D. (2024). The implication of cryptocurrency volatility on five largest African financial system stability. *Financial Innovation*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00580-5>
- Kang, H.-J., Lee, S.-G., & Park, S.-Y. (2022). Information Efficiency in the Cryptocurrency Market: The Efficient-Market Hypothesis. *Journal of Computer Information Systems*, 62(3), 622–631.
<https://doi.org/10.1080/08874417.2021.1872046>
- Kuncara, T., & Anugrah, K. P. (2023). ANALISIS VOLATILITAS CRYPTOCURRENCY PADA SEBELUM PANDEMI DAN PADA SAAT PANDEMI COVID 19 DENGAN METODE RETURN PADA BITCOIN DAN ETHEREUM. *KEUNIS*, 11(1), 86.
<https://doi.org/10.32497/keunis.v11i1.3981>
- M. Bagus Salis Ma'arif, Moh. Khamim, & Tiyas Vika Widyastuti. (2024). Warisan Aset Kripto dalam Perspektif Hukum Indonesia dan Hukum Brazil. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi (JEBMAK)*, Vol. 3.
- Malhotra, N., & Gupta, S. (2019). VOLATILITY SPILLOVERS AND CORRELATION BETWEEN CRYPTOCURRENCIES AND ASIAN EQUITY MARKET. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(6), 208–215. <https://doi.org/10.32479/ijefi.8624>

- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77.
<https://doi.org/10.2307/2975974>
- Melawati, & Tri Gunarsih. (2023). EGARCH Model: Volatility Spillover Analysis of Bitcoin Price on Altcoin and S&P 500 Index. *International Journal of Business, Humanities, Education and Social Sciences (IJBHES)*, 5(2), 101–110. <https://doi.org/10.46923/ijbhes.v5i2.272>
- MSCI MARKET CLASSIFICATION FRAMEWORK. (2023).
- Muglia, C., Santabarbara, L., & Grassi, S. (2019). Is Bitcoin a Relevant Predictor of Standard & Poor's 500? *Journal of Risk and Financial Management*, 12(2).
<https://doi.org/10.3390/jrfm12020093>
- Münyas, T., & Atasoy, F. (2021). An Empirical Investigation of the Relationship between Bitcoin and Developed and Developing Country Stock Markets. *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, 7(3), 104–120.
<https://doi.org/10.32602/jafas.2021.021>
- Nachrowi, D. N., & Usman, H. (2006). *Ekonometrika Untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
www.bitcoin.org
- Nguyen, L. T. H., Vu, H. H., & Le, A. P. (2024). Testing bitcoin's safe-haven property and the correlation between Bitcoin, gold, oil, stock markets, and Google trends. *Investment Management and Financial Innovations*, 21(2), 103–115. [https://doi.org/10.21511/imfi.21\(2\).2024.08](https://doi.org/10.21511/imfi.21(2).2024.08)
- Pala, F. (2024). The Impact of Cryptocurrency Markets on the Traditional Financial Markets of the USA, UK, and Germany. *Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 100–128. <https://doi.org/10.56668/jeft.1548094>
- Pamungkas, U. D., & Firmansyah, A. (2021). Bagaimana Pengaturan Kepemilikan Cryptocurrency Oleh Perusahaan Berdasarkan Standar Akuntansi Keuangan? *Jurnal Ilmiah Akuntansi Kesatuan*, 9(3), 489–510.
<https://doi.org/10.37641/jiakes.v9i3.895>
- Pathak, B. V. (2014). *The Indian Financial System: Markets, Institutions and Services* (Third Edition). Dorling Kindersley (India) Pvt. Ltd.

- Qarni, M. O., Gulzar, S., Fatima, S. T., Khan, M. J., & Shafi, K. (2019). Inter-markets volatility spillover in u.S. bitcoin and financial markets. *Journal of Business Economics and Management*, 20(4), 694–714. <https://doi.org/10.3846/jbem.2019.8316>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2020). *Research Methods for Business: A Skill Building Approach* (8 (Asia Edition)). . John Wiley & Sons.
- Shikimi, M. (2023). Risk-taking and bank competition under a low interest rate environment: Evidence from loan-level data. *Pacific-Basin Finance Journal*, 78, 101945. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2023.101945>
- Siegel, J. J. (2008). *Stocks for the long run : the definitive guide to financial market returns and long-term investment strategies*.
- Syahputri, N. M., & Marliyah, M. (2023). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Beli Terhadap Thrif Shopping di Kalangan Mahasiswa UINSU. *Jesya*, 6(1), 282–296. <https://doi.org/10.36778/jesya.v6i1.922>
- Ünvan, Y. A. (2021). Impacts of Bitcoin on USA, Japan, China and Turkey stock market indexes: Causality analysis with value at risk method (VAR). *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 50(7), 1599–1614. <https://doi.org/10.1080/03610926.2019.1678644>
- Wang, X., Chen, X., & Zhao, P. (2020). The Relationship Between Bitcoin and Stock Market. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 11(2), 22–35. <https://doi.org/10.4018/IJORIS.2020040102>
- Zhang, Y., Lo, S., & Sutthiphisal, D. (2025). Inter-Market Mean and Volatility Spillover Dynamics Between Cryptocurrencies and an Emerging Stock Market: Evidence from Thailand and Sectoral Analysis. *Risks*, 13(4), 77. <https://doi.org/10.3390/risks13040077>
- Zivot, E., & Wang, J. (2006). Vector Autoregressive Models for Multivariate Time Series. *University of Washington*.

LAMPIRAN

Hasil Analisis Deskriptif

Date: 05/11/25
Time: 20:47
Sample: 1/03/2016 12/29/2024

	BTC	S_P_500	FTSE_100	NIKKEI_225
Mean	0.016748	0.002563	0.000809	0.001999
Median	0.007683	0.004214	0.001896	0.002520
Maximum	0.438239	0.121017	0.078877	0.171366
Minimum	-0.414934	-0.149796	-0.169661	-0.159939
Std. Dev.	0.102052	0.023719	0.020872	0.028448
Skewness	0.281705	-0.628874	-1.302584	-0.088018
Kurtosis	5.088619	9.705116	14.52930	8.301556
Jarque-Bera	91.64533	911.4182	2736.022	551.0257
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	7.871723	1.204528	0.380047	0.939403
Sum Sq. Dev.	4.884487	0.263855	0.204306	0.379563
Observations	470	470	470	470

Hasil Uji ADF Bitcoin

Null Hypothesis: BTC has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.63247	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.444068	
5% level	-2.867483	
10% level	-2.569998	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Hasil Uji ADF S&P 500

Null Hypothesis: S_P_500 has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-23.70677	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.444068	
5% level	-2.867483	
10% level	-2.569998	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Hasil Uji ADF FTSE 100

Null Hypothesis: FTSE_100 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-22.12476	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.444068	
5% level	-2.867483	
10% level	-2.569998	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Hasil Uji ADF NIKKEI 225

Null Hypothesis: NIKKEI_225 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-22.89359	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.444068	
5% level	-2.867483	
10% level	-2.569998	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Hasil Uji Heteroskedastisitas dengan Uji ARCH *Bitcoin* - S&P 500

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	27.33051	Prob. F(1,467)	0.0000
Obs*R-squared	25.93004	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Hasil Uji Heteroskedastisitas dengan Uji ARCH *Bitcoin* - FTSE 100

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	20.84414	Prob. F(1,467)	0.0000
Obs*R-squared	20.03899	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Hasil Uji Heteroskedastisitas dengan Uji ARCH *Bitcoin* - NIKKEI 225

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	21.72111	Prob. F(1,467)	0.0000
Obs*R-squared	20.84461	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Hasil EGARCH *Bitcoin* - S&P 500

Dependent Variable: BTC
Method: ML ARCH - Student's t distribution (BFGS / Marquardt Steps)
Date: 05/19/25 Time: 02:16
Sample (adjusted): 1/17/2016 12/29/2024
Included observations: 468 after adjustments
Convergence achieved after 19 iterations
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 $\text{LOG}(\text{GARCH}) = \text{C}(3) + \text{C}(4) * \text{ABS}(\text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1))) + \text{C}(5) * \text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + \text{C}(6) * \text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.009540	0.003080	1.194882	0.0045
S_P_500	0.295883	0.178302	1.659452	0.0000
Variance Equation				
C(3)	-0.305146	0.380369	-3.431258	0.0006
C(4)	0.285433	0.128968	3.763982	0.0002
C(5)	0.042497	0.089788	4.473308	0.0360
C(6)	0.995890	0.080280	466.6485	0.0000
T-DIST. DOF	4.608863	1.180750	3.903335	0.0001
R-squared	0.271469	Mean dependent var	0.000352	
Adjusted R-squared	0.268336	S.D. dependent var	0.144477	
S.E. of regression	0.123582	Akaike info criterion	-1.991613	
Sum squared resid	0.101696	Schwarz criterion	-1.929763	
Log likelihood	364.3459	Hannan-Quinn criter.	-1.949411	
Durbin-Watson stat	2.416513			

Hasil EGARCH *Bitcoin* - FTSE 100

Dependent Variable: BTC
Method: ML ARCH - Student's t distribution (BFGS / Marquardt Steps)
Date: 05/19/25 Time: 02:22
Sample (adjusted): 1/10/2016 12/29/2024
Included observations: 469 after adjustments
Convergence achieved after 21 iterations
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 $\text{LOG}(\text{GARCH}) = \text{C}(3) + \text{C}(4) * \text{ABS}(\text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1))) + \text{C}(5) * \text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + \text{C}(6) * \text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.008235	0.003192	2.580215	0.1199
FTSE_100	0.018215	0.172541	3.003438	0.2327
Variance Equation				
C(3)	-0.026173	0.024513	-1.067705	0.0285
C(4)	0.025138	0.018701	1.344167	0.0178
C(5)	0.105241	0.022966	4.582456	0.0000
C(6)	0.892443	0.004453	222.8798	0.1568
T-DIST. DOF	3.889055	0.750128	5.184525	0.0000
R-squared	0.020006	Mean dependent var	0.016703	
Adjusted R-squared	0.015800	S.D. dependent var	0.102157	
S.E. of regression	0.101346	Akaike info criterion	-1.744427	
Sum squared resid	4.786320	Schwarz criterion	-1.773628	
Log likelihood	463.9681	Hannan-Quinn criter.	-1.716570	
Durbin-Watson stat	1.991714			

Hasil EGARCH *Bitcoin* - NIKKEI 225

Dependent Variable: BTC

Method: ML ARCH - Student's t distribution (BFGS / Marquardt steps)

Date: 05/19/25 Time: 02:04

Sample (adjusted): 1/17/2016 12/29/2024

Included observations: 468 after adjustments

Convergence achieved after 48 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

LOG(GARCH) = C(3) + C(4)*ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))) +
C(5)*RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)) + C(6)*LOG(GARCH(-1))

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.008790	0.003076	0.314846	0.0029
NIKKEI_225	0.087339	0.138946	-0.628579	0.0096
Variance Equation				
C(3)	-0.289062	0.297251	-3.327360	0.0009
C(4)	0.152714	0.112110	3.681330	0.0002
C(5)	0.030388	0.082975	0.366228	0.0142
C(6)	0.939231	0.060533	13.86414	0.0000
T-DIST. DOF	5.006565	1.377486	3.634566	0.0003
R-squared	0.270870	Mean dependent var		0.000352
Adjusted R-squared	0.267734	S.D. dependent var		0.144477
S.E. of regression	0.123633	Akaike info criterion		-1.919053
Sum squared resid	0.107538	Schwarz criterion		-1.948140
Log likelihood	363.4585	Hannan-Quinn criter.		-1.991149
Durbin-Watson stat	2.407895			

Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram *Bitcoin* - S&P 500

Date: 05/11/25 Time: 19:16

Sample: 1/03/2016 12/29/2024

Included observations: 470

Included observations: 470					
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.068	-0.068	2.1681	0.141
		2 0.034	0.030	2.7319	0.255
		3 -0.032	-0.028	3.2267	0.358
		4 0.034	0.030	3.7919	0.435
		5 0.027	0.034	4.1511	0.528
		6 0.018	0.020	4.3103	0.635
		7 0.025	0.028	4.6136	0.707
		8 -0.027	-0.024	4.9666	0.761
		9 0.056	0.050	6.4636	0.693
		10 -0.016	-0.008	6.5801	0.764
		11 0.013	0.005	6.6673	0.825
		12 0.015	0.020	6.7798	0.872
		13 0.004	0.002	6.7858	0.913
		14 0.020	0.018	6.9769	0.936
		15 -0.000	0.002	6.9769	0.958
		16 -0.016	-0.021	7.1004	0.971
		17 0.040	0.041	7.8751	0.969
		18 -0.062	-0.063	9.7486	0.940
		19 -0.008	-0.020	9.7802	0.958
		20 -0.066	-0.063	11.898	0.920
		21 -0.013	-0.029	11.978	0.940
		22 -0.069	-0.067	14.322	0.890
		23 0.056	0.047	15.891	0.860
		24 -0.039	-0.026	16.643	0.863
		25 -0.022	-0.021	16.878	0.886
		26 0.029	0.032	17.297	0.900
		27 -0.034	-0.020	17.880	0.907
		28 0.043	0.037	18.787	0.905
		29 0.006	0.025	18.803	0.926
		30 -0.067	-0.073	21.097	0.885
		31 -0.052	-0.047	22.460	0.868
		32 0.006	-0.001	22.480	0.894
		33 0.057	0.063	24.123	0.870
		34 -0.015	-0.003	24.234	0.892
		35 -0.001	0.000	24.234	0.914
		36 0.036	0.052	24.891	0.918

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram *Bitcoin* – FTSE 100

Date: 05/11/25 Time: 19:14
Sample: 1/03/2016 12/29/2024
Included observations: 470

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.047	-0.047	1.0272	0.311
		2 0.033	0.031	1.5550	0.460
		3 -0.015	-0.012	1.6606	0.646
		4 0.042	0.040	2.5107	0.643
		5 0.008	0.013	2.5442	0.770
		6 0.005	0.003	2.5558	0.862
		7 0.023	0.024	2.8064	0.902
		8 -0.034	-0.034	3.3619	0.910
		9 0.070	0.066	5.7480	0.765
		10 -0.022	-0.014	5.9804	0.817
		11 0.035	0.027	6.5709	0.833
		12 0.013	0.020	6.6478	0.880
		13 0.012	0.006	6.7172	0.916
		14 0.033	0.034	7.2337	0.925
		15 0.021	0.022	7.4526	0.944
		16 -0.022	-0.028	7.6968	0.957
		17 0.037	0.039	8.3522	0.958
		18 -0.034	-0.040	8.9179	0.962
		19 -0.028	-0.033	9.3066	0.968
		20 -0.064	-0.067	11.334	0.937
		21 -0.020	-0.030	11.525	0.952
		22 -0.055	-0.054	13.040	0.932
		23 0.054	0.050	14.492	0.912
		24 -0.033	-0.027	15.044	0.919
		25 -0.016	-0.013	15.171	0.937
		26 0.021	0.019	15.382	0.950
		27 -0.022	-0.017	15.628	0.960
		28 0.037	0.034	16.322	0.961
		29 0.010	0.025	16.373	0.971
		30 -0.074	-0.080	19.157	0.937
		31 -0.043	-0.032	20.072	0.934
		32 0.006	-0.002	20.087	0.950
		33 0.054	0.069	21.545	0.937
		34 -0.007	0.008	21.573	0.952
		35 -0.024	-0.022	21.858	0.959
		36 0.067	0.060	24.167	0.934

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Hasil Uji Autokorelasi dengan Korelogram *Bitcoin* – NIKKEI 225

Date: 05/11/25 Time: 19:17
Sample: 1/03/2016 12/29/2024
Included observations: 470

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.045	-0.045	0.9608	0.327
		2 0.042	0.040	1.8113	0.404
		3 -0.008	-0.005	1.8453	0.605
		4 0.038	0.036	2.5460	0.636
		5 -0.000	0.003	2.5461	0.770
		6 0.001	-0.002	2.5462	0.863
		7 0.014	0.014	2.6361	0.917
		8 -0.029	-0.030	3.0477	0.931
		9 0.065	0.061	5.0588	0.829
		10 -0.018	-0.010	5.2158	0.876
		11 0.034	0.027	5.7684	0.888
		12 0.019	0.025	5.9379	0.919
		13 0.013	0.008	6.0241	0.945
		14 0.033	0.034	6.5591	0.950
		15 0.028	0.028	6.9306	0.960
		16 -0.024	-0.029	7.2196	0.969
		17 0.050	0.050	8.4566	0.956
		18 -0.040	-0.042	9.2451	0.954
		19 -0.023	-0.030	9.5103	0.964
		20 -0.080	-0.081	12.673	0.891
		21 -0.016	-0.028	12.801	0.915
		22 -0.063	-0.058	14.739	0.873
		23 0.051	0.046	16.039	0.854
		24 -0.030	-0.023	16.475	0.870
		25 -0.012	-0.011	16.543	0.898
		26 0.021	0.016	16.774	0.916
		27 -0.032	-0.027	17.272	0.924
		28 0.035	0.029	17.888	0.929
		29 0.011	0.026	17.944	0.945
		30 -0.067	-0.072	20.189	0.912
		31 -0.045	-0.034	21.214	0.906
		32 -0.001	-0.006	21.214	0.927
		33 0.061	0.080	23.098	0.900
		34 -0.012	0.004	23.175	0.920
		35 -0.023	-0.021	23.444	0.932
		36 0.064	0.076	25.530	0.903

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Hasil Uji ARCH-LM *Bitcoin* - S&P 500

F-statistic	2.569010	Prob. F(1,467)	0.1097
Obs*R-squared	2.565897	Prob. Chi-Square(1)	0.1092

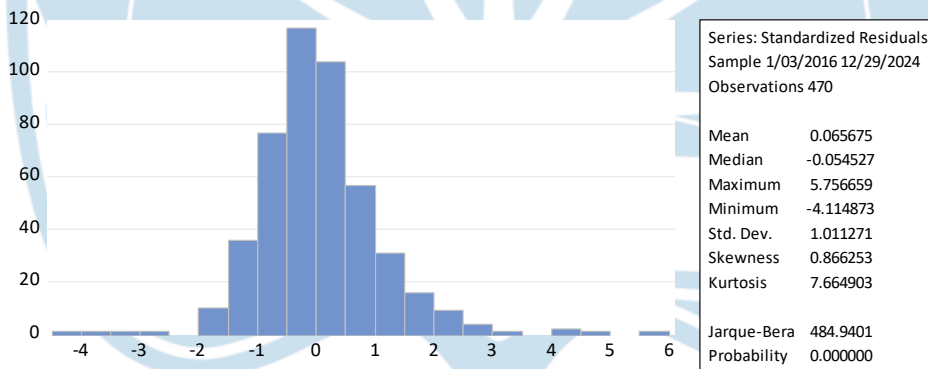
Hasil Uji ARCH-LM *Bitcoin* - FTSE 100

F-statistic	0.745952	Prob. F(1,467)	0.3882
Obs*R-squared	0.747952	Prob. Chi-Square(1)	0.3871

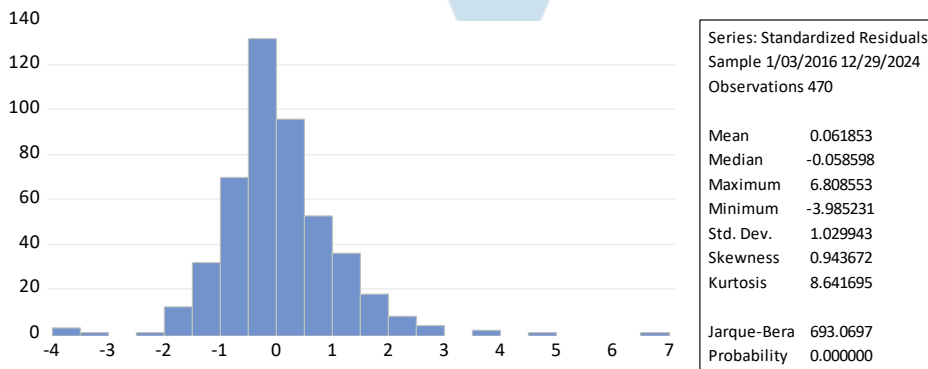
Hasil Uji ARCH-LM *Bitcoin* - NIKKEI 225

F-statistic	1.550513	Prob. F(1,467)	0.2137
Obs*R-squared	1.552000	Prob. Chi-Square(1)	0.2128

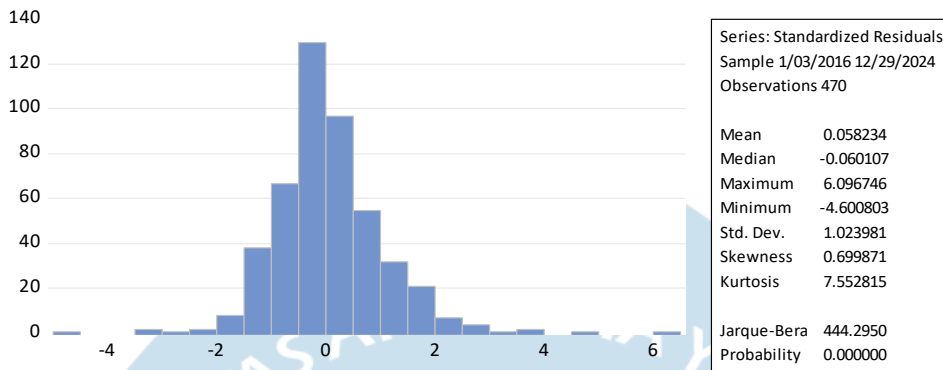
Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera *Bitcoin* - S&P 500



Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera *Bitcoin* – FTSE 100



Hasil Uji Normalitas Jarque-Bera *Bitcoin* – NIKKEI 225



Hasil Uji Lag Optimum

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: BTC S_P_500 FTSE_100 NIKKEI_225
Exogenous variables: C
Date: 05/11/25 Time: 20:00
Sample: 1/03/2016 12/29/2024
Included observations: 462

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	3809.091	NA	8.25e-13	-16.47225	-16.43645*	-16.45816*
1	3836.599	54.42024	7.85e-13	-16.52207	-16.34304	-16.45159
2	3854.050	34.22271*	7.80e-13*	-16.52835*	-16.20610	-16.40148
3	3866.364	23.93427	7.92e-13	-16.51240	-16.04692	-16.32914
4	3875.240	17.09960	8.17e-13	-16.48156	-15.87286	-16.24191
5	3887.513	23.43018	8.31e-13	-16.46542	-15.71350	-16.16939
6	3895.396	14.91287	8.60e-13	-16.43029	-15.53514	-16.07786
7	3905.082	18.15592	8.84e-13	-16.40295	-15.36458	-15.99414
8	3909.084	7.433305	9.32e-13	-16.35101	-15.16942	-15.88581

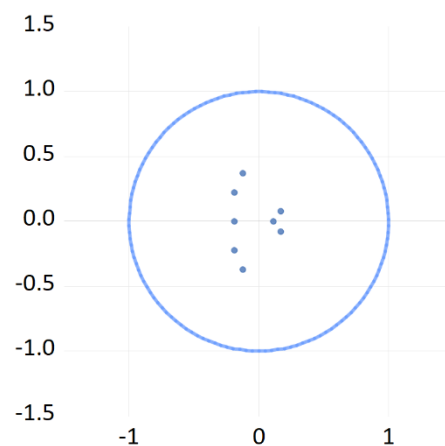
* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

Hasil Uji Stabilitas VAR

Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: BTC
S_P_500 FTSE_100
NIKKEI_225
Exogenous variables: C
Lag specification: 1 2
Date: 05/24/25 Time: 19:36

Root	Modulus
-0.125558 - 0.370350i	0.391055
-0.125558 + 0.370350i	0.391055
-0.190528 - 0.221546i	0.292204
-0.190528 + 0.221546i	0.292204
-0.189345	0.189345
0.168663 - 0.077792i	0.185738
0.168663 + 0.077792i	0.185738
0.112738	0.112738

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Hasil Uji Granger Causality

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
S_P_500 does not Granger Cause BTC	468	0.25894	0.7720
BTC does not Granger Cause S_P_500		4.88535	0.0080
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
FTSE_100 does not Granger Cause BTC	468	0.05863	0.9431
BTC does not Granger Cause FTSE_100		2.41296	0.0907
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
NIKKEI_225 does not Granger Cause BTC	468	0.01953	0.9807
BTC does not Granger Cause NIKKEI_225		3.43467	0.0331

Hasil Uji Johansen Cointegration Bitcoin - S&P 500

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.280350	270.7288	15.49471	0.0000
At most 1 *	0.221766	117.0903	3.841465	0.0000

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.280350	153.6385	14.26460	0.0000
At most 1 *	0.221766	117.0903	3.841465	0.0000

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Hasil Uji *Johansen Cointegration Bitcoin - FTSE 100*

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.290937	279.8056	15.49471	0.0000
At most 1 *	0.225351	119.2461	3.841465	0.0000

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.290937	160.5595	14.26460	0.0000
At most 1 *	0.225351	119.2461	3.841465	0.0000

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Hasil Uji *Johansen Cointegration Bitcoin - NIKKEI 225*

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.290895	276.7395	15.49471	0.0000
At most 1 *	0.220294	116.2073	3.841465	0.0000

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Max-eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.** Critical Value
None *	0.290895	160.5322	14.26460	0.0000
At most 1 *	0.220294	116.2073	3.841465	0.0000

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values