

**PREDIKSI VOLATILITAS HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN  
*EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL  
HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)***

**SKRIPSI**



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Disusun Oleh  
**UMI NISA UZZAKKIYAH**  
**09030221049**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Umi Nisa Uzzakkiyah

NIM : 09030221049

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PREDIKSI VOLATILITAS HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN *EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY* (EGARCH)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Juni 2025

Yang menyatakan,



Umi Nisa Uzzakkiyah  
NIM. 09030221049

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

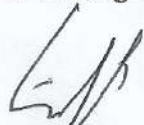
Nama : Umi Nisa Uzzakkiyah

NIM : 09030221049

Judul skripsi : PREDIKSI VOLATILITAS HARGA  
BITCOIN MENGGUNAKAN *EXPONENTIAL*  
*GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL*  
*HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



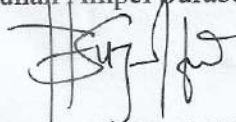
Dr. Abdulloh Hamid, M. Pd.  
NIP. 198508282014031003

Pembimbing II



Hani Khaulasari, S.Si, M.Si.  
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Yuniar Farida, M.T.  
NIP. 197905272014032002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Umi Nisa Uzzakkiyah  
NIM : 09030221049  
Judul Skripsi : PREDIKSI VOLATILITAS HARGA  
BITCOIN MENGGUNAKAN EXPONENTIAL  
GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL  
HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 10 Juni 2025

Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



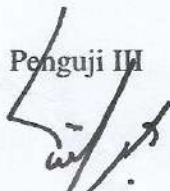
Aris Fanani, M.Kom.  
NIP. 198701272014031002

Penguji II



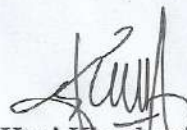
Dian Yulianti, M.Si.  
NIP. 198707142020122015

Penguji III



Dr. Abdulloh Hamid, M. Pd.  
NIP. 198508282014031003

Penguji IV



Hani Khaulasari, M.Si.  
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.  
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL  
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : UMI NISA UZZAKFIYAH  
NIM : 09030221049  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA  
E-mail address : uminisa.uzzakfiyah18@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PREDIKSI VOLATILITAS HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN  
EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL  
HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 JUNI 2025

Penulis

(UMI NISA UZZAKFIYAH)

nama terang dan tanda tangan

## DAFTAR ISI

|                                                       |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                  | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>                  | <b>ii</b>   |
| <b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>                 | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>                    | <b>iv</b>   |
| <b>MOTTO</b>                                          | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                            | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                 | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                     | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                                   | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                  | <b>xiii</b> |
| <b>ABSTRAK</b>                                        | <b>xiv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                       | <b>xv</b>   |
| <b>I PENDAHULUAN</b>                                  | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang Masalah                           | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah                                  | 11          |
| 1.3. Tujuan Penelitian                                | 12          |
| 1.4. Manfaat Penelitian                               | 12          |
| 1.5. Batasan Masalah                                  | 13          |
| 1.6. Sistematika Penulisan                            | 13          |
| <b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>                            | <b>15</b>   |
| 2.1. Bitcoin                                          | 15          |
| 2.2. Time Series                                      | 16          |
| 2.3. Deteksi Stasioneritas                            | 17          |
| 2.3.1. Deteksi Stasioner Dalam Variance               | 17          |
| 2.3.2. Deteksi Stasioner Dalam Mean                   | 18          |
| 2.4. Identifikasi Model ARIMA                         | 20          |
| 2.4.1. <i>Partial Autocorrelation Function</i> (PACF) | 21          |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.2. Autocorrelation Function(ACF)                               | 22        |
| 2.5. Model ARIMA                                                   | 23        |
| 2.5.1. Model Linear Autoregressive(AR)                             | 23        |
| 2.5.2. Moving Average(MA)                                          | 24        |
| 2.5.3. Autoregressive Moving Average(ARMA)                         | 25        |
| 2.5.4. Autoregressive Integraten Moving Average (ARIMA)            | 26        |
| 2.6. Estimasi Parameter                                            | 27        |
| 2.7. Uji Signifikansi Parameter                                    | 29        |
| 2.8. Uji Asumsi Residual                                           | 31        |
| 2.9. Uji ARCH-LM(Heteroskedastisitas)                              | 32        |
| 2.10. GARCH                                                        | 34        |
| 2.10.1. Identifikasi Model                                         | 34        |
| 2.10.2. Estimasi Parameter GARCH                                   | 36        |
| 2.10.3. Uji Tanda Bias                                             | 38        |
| 2.11. EGARCH                                                       | 40        |
| 2.12. Akaike's Information Criterion(AIC)                          | 41        |
| 2.13. MAPE dan sMAPE                                               | 42        |
| 2.14. Integrasi Keilmuan                                           | 44        |
| 2.14.1. Bitcoin sebagai Alat Transaksi dalam Perpektif Hukum Islam | 45        |
| 2.14.2. Bitcoin sebagai Alat Investasi dalam Perpektif Hukum Islam | 47        |
| 2.14.3. Peramalan Dalam Pandangan Islam                            | 50        |
| <b>III METODE PENELITIAN</b>                                       | <b>54</b> |
| 3.1. Jenis Penelitian                                              | 54        |
| 3.2. Jenis dan Sumber Data                                         | 54        |
| 3.3. Tahapan Penelitian                                            | 55        |
| <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                     | <b>60</b> |
| 4.1. Deskripsi Data                                                | 60        |
| 4.2. Uji Stasioneritas                                             | 64        |
| 4.2.1. Uji Stasioner dalam Varians                                 | 65        |
| 4.2.2. Uji Augmeted Dickey-Fuller                                  | 67        |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.3. Uji Stasioner Dalam Mean Melalui Plot ACF-PACF . . . .            | 68         |
| 4.3. Pemodelan Data dengan ARIMA . . . . .                               | 69         |
| 4.3.1. Identifikasi Model ARIMA . . . . .                                | 69         |
| 4.3.2. Estimasi dan Signifikansi Model ARIMA . . . . .                   | 69         |
| 4.3.3. Uji Asumsi <i>Residual White Noise</i> . . . . .                  | 71         |
| 4.4. Pemodelan ARCH-GARCH . . . . .                                      | 74         |
| 4.4.1. Uji Efek Heteroskedastisitas Model ARCH-GARCH . . . .             | 74         |
| 4.4.2. Identifikasi ARCH-GARCH . . . . .                                 | 74         |
| 4.4.3. Uji Estimasi dan Signifikansi Model ARCH-GARCH . . . .            | 75         |
| 4.4.4. Uji Asumsi <i>Residual White Noise</i> . . . . .                  | 76         |
| 4.4.5. Uji Asumsi <i>Residual Normal</i> . . . . .                       | 77         |
| 4.5. Pemodelan EGARCH . . . . .                                          | 78         |
| 4.5.1. Uji Tanda Bias . . . . .                                          | 78         |
| 4.5.2. Identifikasi EGARCH . . . . .                                     | 80         |
| 4.6. Akurasi Keباikan Peramalan . . . . .                                | 83         |
| 4.7. Diskusi Pembahasan . . . . .                                        | 86         |
| 4.8. Pandangan Islam terhadap Prediksi Volatilitas Harga Bitcoin . . . . | 87         |
| <b>V PENUTUP . . . . .</b>                                               | <b>92</b>  |
| 5.1. Kesimpulan . . . . .                                                | 92         |
| 5.2. Saran . . . . .                                                     | 92         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>                                          | <b>93</b>  |
| <b>A Identifikasi Model ARCH-GARCH . . . . .</b>                         | <b>102</b> |
| <b>B Estimasi Model ARCH . . . . .</b>                                   | <b>105</b> |
| <b>C Hasil Estimasi dan Signifikansi Model GARCH . . . . .</b>           | <b>106</b> |

## DAFTAR TABEL

|      |                                                                  |     |
|------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1  | Pola Identifikasi untuk Model ARIMA berdasarkan ACF dan PACF     | 23  |
| 2.2  | Nilai MAPE . . . . .                                             | 42  |
| 3.1  | Struktur Data Penelitian . . . . .                               | 55  |
| 4.1  | Statistik Deskriptif Nilai Tukar Bitcoin . . . . .               | 61  |
| 4.2  | Hasil uji <i>Dickey-Fuller</i> Tingkat Level . . . . .           | 67  |
| 4.3  | Hasil uji <i>Dickey-Fuller</i> Tingkat Level . . . . .           | 67  |
| 4.4  | Hasil Uji Estimasi dan Signifikansi Model ARIMA . . . . .        | 70  |
| 4.5  | Hasil Uji Asumsi Residual Normal ARIMA ([2],1,0) . . . . .       | 73  |
| 4.6  | Hasil Uji ARCH-LM Model ARIMA . . . . .                          | 74  |
| 4.7  | Hasil Uji Estimasi Model ARCH-GARCH . . . . .                    | 76  |
| 4.8  | Hasil Uji Tanda Bias Model GARCH (4,2) . . . . .                 | 79  |
| 4.9  | Hasil Uji Model EGARCH . . . . .                                 | 80  |
| 4.10 | Hasil Uji Keberadaan Efek ARCH pada Model EGARCH (4,2) . . . . . | 81  |
| 4.11 | Nilai Kebaikan Model ARIMA dan EGARCH . . . . .                  | 83  |
| 4.12 | Hasil Prediksi Harga Bitcoin Bulan Januari-Mei 2025 . . . . .    | 84  |
| 1.1  | Identifikasi Model ARCH-GARCH . . . . .                          | 102 |
| 2.1  | Estimasi Model ARCH . . . . .                                    | 105 |
| 3.1  | Hasil Estimasi dan Signifikansi Model GARCH . . . . .            | 106 |

## DAFTAR GAMBAR

|      |                                                                                                     |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1  | Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) penelitian . . . . .                                              | 56 |
| 4.1  | Plot Data Bitcoin . . . . .                                                                         | 60 |
| 4.2  | Plot Distribusi Harga . . . . .                                                                     | 63 |
| 4.3  | Seteksi Ketasioneran dalam Varians dengan <i>Box-cox</i> . . . . .                                  | 66 |
| 4.4  | Trasformasi Data Stasioner dalam Varians . . . . .                                                  | 66 |
| 4.5  | Hasil ACF Differencing Pertama . . . . .                                                            | 68 |
| 4.6  | Hasil PACF Differencing Pertama . . . . .                                                           | 68 |
| 4.7  | Hasil <i>Correlogram</i> Asumsi <i>Residual</i> Homoskedastisitas Model<br>ARIMA([2],1,0) . . . . . | 72 |
| 4.8  | Hasil <i>Correlogram</i> Asumsi <i>Residual</i> Autokorelasi Model ARIMA<br>([2],1,0) . . . . .     | 72 |
| 4.9  | Hasil <i>Correlogram</i> Asumsi <i>Residual</i> Homoskedastisitas Model<br>ARIMA([2],1,0) . . . . . | 75 |
| 4.10 | Hasil Uji <i>Correlogram Square Residual Model GARCH(4,2)</i> . . . . .                             | 77 |
| 4.11 | Hasil Uji Asumsi <i>Residual</i> Normal Model GARCH (4,2) . . . . .                                 | 78 |
| 4.12 | <i>Hasil Uji Correlogram Square Residual Model EGARCH(4,2)</i> . . . . .                            | 81 |
| 4.13 | Grafik Nilai Aktual dan Nilai Prediksi . . . . .                                                    | 84 |

## ABSTRAK

### **PREDIKSI VOLATILITAS HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN *EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)***

Perkembangan pesat Bitcoin sebagai aset digital mendorong minat investor untuk memahami volatilitas harganya yang tinggi dan fluktuatif. Model tradisional seperti ARIMA tidak mampu menangkap dinamika volatilitas yang kompleks dan asimetris, sehingga penelitian ini menggunakan metode Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (EGARCH). Data berupa harga harian Bitcoin periode Januari 2021–Oktober 2024 dari Yahoo Finance dianalisis menggunakan kriteria AIC, MAPE, dan SMAPE. Penelitian ini bertujuan memperoleh model EGARCH terbaik untuk memprediksi harga Bitcoin serta mengukur tingkat akurasinya. Hasil menunjukkan bahwa model EGARCH(4,2) merupakan model terbaik dengan nilai AIC sebesar 36,00890, residual bersifat white noise, MAPE sebesar 1,97%, dan SMAPE sebesar 1,95%, yang menunjukkan tingkat akurasi sangat tinggi. Dengan demikian, EGARCH efektif digunakan untuk memprediksi volatilitas harga Bitcoin.

**Kata kunci:** ARCH/GARCH, Asimetri, EGARCH, Harga Bitcoin, MAPE, Volatilitas

## ABSTRACT

### **PREDIKSI VOLATILITAS HARGA BITCOIN MENGGUNAKAN *EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY (EGARCH)***

The rapid development of Bitcoin as a digital asset has raised high interest in understanding and predicting its price volatility. The fluctuating price volatility of Bitcoin is a major concern for investors and researchers in managing risk and determining investment strategies. This study aims to obtain the results of a Bitcoin price prediction model using the EGARCH method to model Bitcoin price volatility, measure the accuracy level of the model, and produce price predictions for the next 5-month period. EGARCH is one of the models in the ARCH/GARCH class that is able to capture asymmetry in volatility, which often occurs in financial asset price movements. The Bitcoin price data used in this study was taken from the Yahoo Finance site for the period January 2021-October 2024 with daily intervals and the model goodness criteria were measured based on MAPE. The best model obtained was EGARCH(4,2), with all parameters significant at the 5% level, the smallest AIC value of (36.00890), and passed the ARCH-LM test and the residual was white noise. This model shows very good accuracy with a MAPE value of 1.968024%, which is included in the very accurate category (MAPE < 10%).

**Keywords:** ARCH/GARCH, Asymmetry, Bitcoin Price, EGARCH, MAPE, Volatility

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmar, A. S. (2020). Forecast error calculation with mean squared error (mse) and mean absolute percentage error (mape). *JINAV: Journal of Information and Visualization*, 1(2), 94–96.
- Akbar, J., Yudono, M. A. S., & Kharisma, I. L. (2024). Peramalan harga bitcoin cash-usd (bch-usd) pada time frame harian menggunakan lstm. *Jurnal Mnemonic*, 7(2), 184–191.
- Aktivani, S. (2021). Uji stasioneritas data inflasi kota padang periode 2014-2019. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 6(01), 26–33.
- Alsharif, M. H., Younes, M. K., & Kim, J. (2019). Time series arima model for prediction of daily and monthly average global solar radiation: The case study of seoul, south korea. *Symmetry*, 11(2), 1–17.
- Amanintia, A. (2019). Analisis volatility spillover harga bitcoin dengan harga altcoin tahun 2013-2018. *JASa (Jurnal Akuntansi, Audit dan Sistem Informasi Akuntansi)*, 3(2), 183–194.
- Anggraeni, D. P., Rosadi, D., Hermansah, H., & Rizal, A. A. (2020). Prediksi harga emas dunia di masa pandemi covid-19 menggunakan model arima. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 12(1), 71–84.
- Arianti, R., Sahriman, S., et al. (2022). Model arima dengan variabel eksogen dan garch pada data kurs rupiah. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 2(1), 41–48.

- Arif, Z. & Nurokhman, A. (2023). Analisis perbandingan algoritma kriptografi simetris dan asimetris dalam meningkatkan keamanan sistem informasi. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi*, 4(2), 394–405.
- Astuti, D. C. I., Khairina, D. M., & Maharani, S. (2023). Peramalan nilai ekspor nonmigas kalimantan timur dengan metode double moving average (dma). *Adopsi Teknologi dan Sistem Informasi (ATASI)*, 2(1), 20–34.
- Brilliantya, S. N., Nisa, K., Saidi, S., & Setiawan, E. (2022). Model egarch dan tgarch untuk mengukur volatilitas asimetris return saham. *Jurnal Siger Matematika*, 3(2), 45–52.
- Chatfield, C. & Xing, H. (2019). *The analysis of time series: an introduction with R*. Boca Raton, Florida: Chapman and hall/CRC, 7 edition.
- Deswanto, R. & Pratiwi, N. (2020). Perbandingan uji kupiec dan mixed kupiec pada egarch-vine copula untuk estimasi value at risk. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 5(02), 37–50.
- Diaconu, I. R. (2022). Bitcoin: Medium of exchange or speculative asset? *Finante-provocarile viitorului (Finance-Challenges of the Future)*, 1(24), 72–82.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of united kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 50(4), 987–1007.
- Fadillah, Y. R. & Widyasari, R. (2023). Zero : Journal of Science , Mathematics , and Applied Application of Hybrid LSTAR-GARCH Model with Expected Tail Loss in Predicting the Price Movement of Bitcoin Cryptocurrency against Rupiah Currency. 7(1), 33–42.

- Farida, Y., Farmita, M., Ulinnuha, N., & Yuliati, D. (2022). Forecasting population of madiun regency using arima method. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 7(3), 420–431.
- Farida, Y. & Khasanah, Z. S. U. (2021). Analisis performa mata uang virtual (cryptocurrency) menggunakan preference ranking organization method for enrichment evaluation (promethee). *Rekayasa*, 14(1), 1–9.
- Firdausia, F. A. & Nasrudin, N. (2023). Pemodelan egarch return saham, emas, dan cryptocurrency. In *Seminar Nasional Official Statistics*, volume 2023 (pp. 503–514).
- Gujarati, D. N. (2009). *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill, 5 edition.
- Hafizhah, A. R., Di Asih, I. M., & Santoso, R. (2024). Perbandingan metode exponential garch (egarch) dan glosen-jagannathan-runkle garch (gjr-garch) pada model volatilitas saham tunggal. *Jurnal Gaussian*, 13(1), 199–209.
- Hamid, A., Fitria, A., Adzkiya', U., & Andriyani, S. (2021). Bitcoin as a means of transaction and investment in the perspective of islam. *IQTISHODUNA: Jurnal Ekonomi Islam*, 10(2), 33–48.
- Hamzah, A. (2021). Analisis harga saham index Kompas 100 dengan pendekatan error correction model. *JDEP*, 4(1), 30–37.
- Indriyanti, I., Ichsan, N., Fatah, H., Wahyuni, T., & Ermawati, E. (2022). Implementasi Orange Data Mining Untuk Prediksi Harga Bitcoin. *Jurnal Responsif : Riset Sains dan Informatika*, 4(2), 118–125.
- Irene, Y., Wijaya, M. Y., & Muhayani, A. (2020). World gold price forecast using

- aparch, egarch and tgarch model. *InPrime: Indonesian Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2(2), 71–78.
- Jain, S., Sharma, C., Das, P., Shambhu, S., & Chen, H.-Y. (2023). Blockchain and cryptocurrency: A bibliometric analysis. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 27(5), 822–836.
- 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.
- Kurnia, R. P. & Dzikrullah, A. A. (2022). Volatilitas harga bawang di jawa barat dengan metode arch/garch. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 3(3), 468–477.
- Landa, I. S., Hatidja, D., & Langi, Y. A. (2024). Peramalan indeks harga konsumen di kota palu menggunakan metode arima (autoregressive integrated moving average) dalam model intervensi fungsi step. *Indonesian Journal of Intelligence Data Science*, 3(1), 28–38.
- Lykke Øverland Bergsli, Andrea Falk Lind, P. M. M. P. (2022). Forecasting volatility of bitcoin. *Jurnal ELSEVIER*, 59(2), 1–30.
- Maharani, N. S., Angraini, Y., Rahmawan, M. A., Putri, O. A., Kurniawan, S., Safitri, T. A., Rizki, A., Ningsih, W. A. L., Hidayatulloh, N. G. T., & Ratnasari, A. P. (2023). Aplikasi model arima garch dalam peramalan data nilai tukar rupiah terhadap dolar tahun 2017-2022. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, 24(1), 37–50.

- Melani, V. D., Miftahuddin, M., & Subianto, M. (2022a). Pemilihan model arfima-gph dan intervensi multi input pada indeks harga perdagangan besar indonesia. *Jurnal Gaussian*, 11(2), 163–172.
- Melani, V. D., Subianto, M., et al. (2022b). Peramalam model arfima-gph dan intervensi multi input pada indeks harga perdagangan besar indonesia. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 3(2), 109–119.
- Mohamed, N., Ahmad, M. H., Ismail, Z., et al. (2010). Double seasonal arima model for forecasting load demand. *Matematika*, 26(2), 217–231.
- Mubarokah, I. S., Fitrianto, A., & Affendi, F. M. (2020). Perbandingan model garch simetris dan asimetris pada data kurs harian. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(4), 627–637.
- Musthofa, K. (2021). Belajar investasi dari nabi yusuf, tafsir surah yusuf ayat 47-49.
- Musyafah, A. A. (2020). Transaksi bitcoin dalam perspektif hukum islam dan hukum positif indonesia. *Diponegoro Private Law Review*, 7(1), 60–72.
- Noveda Mulya Wibowo<sup>1</sup>, Sugito<sup>2</sup>, A. R. (2016). Pemodelan return saham perbankan menggunakan exponential generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (egarch). *Jurnal Gaussian*, 7(1), 91–98.
- Nurhisam, L. (2020). Bitcoin in the eyes of islamic law. ar-raniry. *International Journal of Islamic Studies*, 4(1), 165–186.
- Parikesit, R. (2020). Jual beli menggunakan bitcoin perspektif hukum islam. *Jurnal Ilmu Hukum*, 1(2), 1–15.

- Parwita, W. G. S. & Dewi, N. K. N. P. (2022). Metode autoregressive integrate moving average dalam peramalan indeks harga konsumen kota denpasar. *Smart EDU: Buletin Education*, 1(4), 158–170.
- Pradewita, W. C., Dwidayati, N. K., & Sugiman, S. (2021). Peramalan volatilitas risiko berinvestasi saham menggunakan metode garch–m dan arimax–garch. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 44(1), 12–21.
- Priyatno, P. D. & Atiah, I. N. (2021). Melirik Dinamika Cryptocurrency dengan Pendekatan Ushul Fiqih. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 7(03), 1682–1688.
- Putri, C., Rachma, S., & Junaedi, L. (2022). Penerapan metode peramalan autoregressive integrated moving average pada sistem informasi pengendalian persediaan bahan baku:(studi kasus: Toko kue onde-onde surabaya). *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*, 13(1), 164–173.
- Putri, F. T. A., Zukhronah, E., & Pratiwi, H. (2021). Model arima-garch pada peramalan harga saham pt. jasa marga (persero). *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, 3(3), 164–170.
- Saadah, S. & Salsabila, H. (2021). Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(1), 24–32.
- Salsabila, F., Fatharani, R. A., Taqiyyuddin, T. A., & Rizki, M. I. (2022). Aplikasi model arch/garch dalam prediksi laju inflasi bulanan indonesia. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 8(1), 34–45.
- Sulaiman, A. & Juarna, A. (2021). Peramalan tingkat pengangguran di indonesia menggunakan metode time series dengan model arima dan holt-winters. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 26(1), 13–28.

- SURYATIN, E., HADIJATI, M., & BASKARA, Z. W. (2023). Pemodelan hybrid arima dengan volatilitas stokastik untuk peramalan nilai ekspor nonmigas indonesia hybrid arima modeling with stochastic volatility for forecasting the value of non-oil and gas exports in indonesia. 9(1), 1–15.
- Syaharani, N. D., Khikman, M. A., Wahid, S. N., Watur, A. C., Amri, I. F., & AL HARIS, M. (2024). Peramalan dan permodelan volatilitas harga penutupan crypto tether dengan metode garch pada periode januari-juni 2024: Peramalan dan permodelan volatilitas harga penutupan crypto tether dengan metode garch pada periode januari-juni 2024. *Emerging Statistics and Data Science Journal*, 2(3), 382–395.
- Talumewo, S., Nainggolan, N., & Langi, Y. A. (2023). Penerapan model arima-garch untuk peramalan harga saham pt adhi karya (persero) tbk (adhi. jk). *d'Cartesian*, 12(2), 56–61.
- Wibowo, N. M., Sugito, S., & Rusgiyono, A. (2017). Pemodelan return saham perbankan menggunakan exponential generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (egarch). *Jurnal Gaussian*, 6(1), 91–99.
- Widyanti, D. et al. (2023). Analisis volatilitas bitcoin menggunakan model arch dan garch. *Jurnal Gaussian*, 12(2), 254–265.
- Wiridyacahya, B. S. & Prastuti, M. (2022). Peramalan permintaan semen di pt. xyz menggunakan time series regression dan arima. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(1), D96–D101.
- Wulansari, D. A., Yundari, Y., & Martha, S. (2021). Pemodelan gjr-garch pada data kurs harian rupiah terhadap dolar amerika saat krisis ekonomi. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 10(2), 243–250.

- Xu, H., Zheng, J., Yao, X., Feng, Y., & Chen, S. (2021). Fast tensor nuclear norm for structured low-rank visual inpainting. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 32(2), 538–552.
- Yakubu, U. A. & Saputra, M. P. A. (2022). Time series model analysis using autocorrelation function (acf) and partial autocorrelation function (pacf) for e-wallet transactions during a pandemic. *International Journal of Global Operations Research*, 3(3), 80–85.
- Yuliyanti, R. & Arliani, E. (2022). Peramalan jumlah penduduk menggunakan model arima. *Jurnal Kajian dan Terapan Matematika*, 8(2), 114–128.
- Yunita, T. (2020). Peramalan jumlah penggunaan kuota internet menggunakan metode autoregressive integrated moving average (arima). *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 2(1), 16–22.
- Yusof, Y. B., Ping, T. H., & Isa, F. B. M. (2023). Strengthening smart grids through security measures: A focus on real-time monitoring, redundancy, and cross-sector collaboration. *International Journal of Intelligent Automation and Computing*, 6(3), 14–36.