

Pengaruh Sentimen Pasar dan Event Bitcoin Halving terhadap Return (Uji Wilcoxon Signed Rank) dan Volatilitas (Uji Kruskal Wallis) Aset Kripto

Oleh:

Wahyu Iqbal Ibrahim,

Herlinda Maya Kumalasari

Progam Studi Manajemen

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2025



Pendahuluan

Pasar aset kripto telah berkembang menjadi salah satu sektor paling dinamis dalam sistem keuangan global. Berbeda dari aset konvensional, harga cryptocurrency sangat dipengaruhi oleh opini publik dan sentimen media sosial, bukan semata faktor fundamental, sebagaimana ditunjukkan dalam studi oleh Dyhrberg [1] dan Urquhart [2]. Salah satu peristiwa penting yang sering menjadi katalis dalam dinamika harga kripto adalah Bitcoin Halving. Berdasarkan penelitian oleh Fabus et al. [3] dan Meynkhart [4], halving berperan dalam membatasi suplai dan meningkatkan ekspektasi kenaikan harga jangka panjang. Namun, studi kausal oleh Virtonen [5][6] menunjukkan bahwa efek bullish dari halving 2024 lebih lemah dibandingkan siklus sebelumnya, yang berarti efeknya mulai diimbangi oleh faktor eksternal lain seperti sentimen pasar, institusi, dan produk derivatif.

Berdasarkan survei oleh blockchain.news [7], antusiasme investor terhadap halving tetap tinggi, namun lebih rasional dan moderat. Dengan demikian, Bitcoin Halving bukan hanya mekanisme teknis, tetapi juga narasi kolektif yang membentuk ekspektasi pasar.

Laporan Cambridge (2025) menyatakan bahwa halving tetap dianggap sebagai peristiwa atau momentum pasar yang positif, ditandai dengan peningkatan efisiensi penambangan dan *hashrate* (kecepatan dalam menambang *coin*), serta harga aktual Bitcoin yang melampaui ekspektasi komunitas [7]. Namun, laporan tersebut masih berfokus pada aspek teknis, tanpa mempertimbangkan dimensi sosial, seperti sentimen pasar. Oleh karena itu, pendekatan yang menggabungkan indikator teknikal, data sosial, dan uji statistik berbasis event study menjadi pilihan untuk dipertimbangkan lagi, bagi akademisi atau investor.

Pendahuluan

Selain aspek teknis dan makroekonomi, dimensi sosial seperti sentimen publik memegang peran penting dalam pergerakan harga aset kripto. Berdasarkan penelitian oleh Anamika et al. [9] dan Liu et al. [10], sentimen investor memiliki daya prediktif terhadap harga Bitcoin dan aset digital lainnya.

Studi oleh Cary dan Gurgul [11][12] menunjukkan bahwa perilaku herding meningkat saat sentimen negatif menyebar di media sosial setelah koreksi harga. Lebih lanjut, studi oleh Öget [13] dan Raheman et al. [14] mengonfirmasi bahwa sentimen positif maupun negatif berpengaruh signifikan terhadap harga.

Pendekatan berbasis NLP seperti yang dikembangkan oleh Moradi-Kamali et al. [15] menghasilkan akurasi prediksi hingga 89,6%. Temuan ini menekankan pentingnya analisis linguistik dan data sosial dalam prediksi harga kripto modern. Penelitian oleh Kim & Fan [16] juga menunjukkan bahwa investor yang aktif di media sosial cenderung lebih responsif terhadap fluktuasi pasar kripto.

Pendahuluan

“Berbagai pendekatan prediksi harga kripto telah dikembangkan, seperti LSTM, SVM, hingga XGBoost [17][18][19]. Namun, berdasarkan studi oleh Corbet et al. [20] dan Kleitsikas et al. [21], data kripto cenderung tidak normal dan bersifat heteroskedastik, sehingga model prediksi yang mengasumsikan normalitas menjadi kurang akurat.

Penelitian oleh Bogdan et al. [22] menyoroti pentingnya likuiditas dan sentimen dalam perilaku pasar, namun tanpa verifikasi statistik prediksi. Sebagian besar studi juga hanya fokus pada Bitcoin tanpa mencakup aset lain.

Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan integratif antara model prediksi, validitas statistik, dan data sosial agar lebih relevan dalam menjelaskan pergerakan harga kripto yang kompleks.”

Pendahuluan

Pendekatan terbaru mengintegrasikan data sosial, blockchain, dan NLP untuk memprediksi harga kripto secara lebih akurat. Studi oleh Qureshi et al. [19], Zou & Herremans [25], dan Zhang et al. [28] menunjukkan bahwa penggunaan model seperti FinBERT, BiLSTM, dan Transformer meningkatkan akurasi hingga lebih dari 90%.

Dalam aspek validitas statistik, Wilcoxon Signed-Rank dan Kruskal-Wallis Test telah digunakan dalam berbagai studi (Delia Elena [33], Jarno [38]) untuk menganalisis harga (hasil) dan volatilitas aset kripto tanpa asumsi distribusi normal.

Wilcoxon dan Kruskal-Wallis telah digunakan secara luas dalam literatur sebagai uji nonparametrik untuk menganalisis perubahan harga atau volatilitas sebelum dan sesudah peristiwa. Oleh karena itu, berdasarkan pendekatan oleh Saggu et al. [34] dan Putri et al. [37], penelitian ini menekankan pentingnya integrasi data sosial dengan uji statistik yang robust dan non-parametrik, guna menghasilkan analisis pasar kripto yang lebih menyeluruh dan metodologis.

Penelitian ini mengisi celah metodologis dalam studi aset kripto dengan menggabungkan dua pendekatan utama secara sistematis: (1) menganalisis pengaruh sentimen pasar terhadap *Cumulative Abnormal Return* (CAR) dan return pasar (Bitcoin) di sekitar peristiwa Bitcoin Halving 2024, serta (2) menguji pengaruh sentimen pasar terhadap volatilitas aset kripto menggunakan pendekatan statistik nonparametrik, yaitu Wilcoxon Signed-Rank Test dan Kruskal-Wallis Test. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penguatan pendekatan analisis statistik berdasarkan data sentimen, dengan menggunakan uji statistik yang sesuai dengan karakteristik data aset kripto yang cenderung fluktuatif dan tidak berdistribusi normal.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Apakah sentimen pasar berpengaruh terhadap return aset kripto sebelum dan sesudah Bitcoin Halving 2024?
2. Apakah event Bitcoin Halving berpengaruh terhadap return aset kripto?
3. Apakah sentimen pasar berpengaruh terhadap volatilitas aset kripto?
4. Apakah event Bitcoin Halving berpengaruh terhadap volatilitas aset kripto?

Literature Review

Sentimen Pasar: Sentimen pasar mencerminkan persepsi kolektif pelaku pasar dan dipengaruhi oleh emosi serta informasi sosial yang tersebar melalui media seperti Twitter [45]. Teori Behavioral Finance oleh De Bondt dan Thaler (1985) menyatakan bahwa keputusan keuangan investor sering kali irasional, dipengaruhi oleh bias kognitif dan emosi. Penelitian ini mengukur sentimen menggunakan pendekatan NLP gabungan: VADER, TextBlob, dan Word2Vec-TF-IDF, yang diklasifikasikan dalam tiga kategori utama—positif, netral, dan negatif. Sentimen diperlakukan sebagai variabel independen yang diasumsikan memengaruhi return dan volatilitas. Sentimen negatif memicu panic selling [46], sedangkan sentimen positif mendorong tren bullish jangka pendek [44], [47].

Event Pasar (Bitcoin Halving): Halving mengurangi pasokan Bitcoin, menimbulkan ketidakelastisan pasokan yang memicu tekanan beli [48]. Menurut Prospect Theory, investor merespons peristiwa kelangkaan dengan ekspektasi keuntungan (gain framing) [49]. Halving menciptakan ketidakpastian dan memperkuat dinamika sentimen pasar, sehingga dapat memengaruhi return dan volatilitas secara signifikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan event study untuk menilai perubahan distribusi sebelum dan sesudah peristiwa dengan uji Wilcoxon dan Kruskal-Wallis.

Literature Review

Return Aset Kripto: Return mencerminkan keuntungan atau kerugian suatu aset. Dalam penelitian ini, return diukur melalui log return harian dan cumulative abnormal return (CAR). Teori EMH menyatakan bahwa harga mencerminkan semua informasi yang tersedia, namun pasar kripto yang cenderung tidak efisien dipengaruhi juga oleh sentimen [13], [50]. Event Halving diketahui menimbulkan lonjakan return akibat ekspektasi pasar.

Volatilitas Aset Kripto: Volatilitas adalah ukuran dispersi harga dan proksi risiko. Dalam pasar kripto, volatilitas tidak hanya mencerminkan ketidakpastian finansial tetapi juga tekanan psikologis investor [51], [52]. Penelitian ini menggunakan rolling standard deviation 30-hari dari log return sebagai indikator volatilitas. Volatilitas dipengaruhi oleh lonjakan sentimen negatif pasca-event [15], serta pendekatan hybrid berbasis sentimen terbukti lebih akurat dalam memprediksi lonjakan volatilitas dibandingkan indikator teknikal [35].

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan metode **event study nonparametrik** untuk menganalisis pengaruh **Sentimen Pasar** dan **Event Bitcoin Halving 2024** terhadap **return** dan **volatilitas** aset kripto. Tujuannya adalah mengidentifikasi perubahan signifikan pada performa aset sebelum dan sesudah peristiwa halving, serta mengevaluasi sensitivitas aset terhadap dinamika sentimen melalui pemodelan prediktif.

Subjek dan Sumber Data

Objek penelitian terdiri dari 23 aset kripto teratas berdasarkan kapitalisasi pasar, termasuk Bitcoin sebagai acuan pasar (benchmark). Harga dan volume perdagangan diperoleh dari Yahoo Finance (periode 1 Januari – 29 April 2024). Data sentimen dikumpulkan dari Twitter melalui scraping otomatis berbasis Node.js (periode 29 Agustus 2023 – 9 Maret 2024). Seluruh pengolahan data dilakukan menggunakan Google Colab (Python). Bitcoin digunakan sebagai proxy pasar dalam perhitungan cumulative abnormal return (CAR) dan log return.

Pemrosesan Data Sentimen

Data Twitter diproses melalui tahapan:

- (1) Cleaning, tokenisasi, lemmatisasi, normalisasi, dan stopword removal
 - (2) Ekstraksi fitur menggunakan VADER, TextBlob, Word2Vec (Google News-300), dan TF-IDF
- Skor sentimen kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kategori: positif, netral, dan negatif. Skor ini membentuk variabel sentimen sebagai input utama dalam model prediksi.

Metode

Definisi dan Perhitungan Variabel

Variabel	Definisi
Sentimen Pasar	Skor numerik harian dari VADER, TextBlob, dan Word2Vec terhadap data Twitter.
Event Halving	Dummy: 0 (pre-event), 1 (post-event), dengan titik acuan 19 April 2024.
Return	(1) Log return harian Bitcoin sebagai pasar; (2) Cumulative Abnormal Return (CAR) dari setiap aset (market-adjusted).
Volatilitas	Rolling standard deviation 30-hari dari log return.

Metode

Uji Wilcoxon Signed-Rank

Pengujian dilakukan untuk menguji perubahan return antara prediksi dan aktual pasca-event. Model yang digunakan:

- **Random Forest Regressor** untuk prediksi CAR aset individu
- **Linear Regression** untuk prediksi log return Bitcoin

Model dilatih pada data pre-event dan diuji pada post-event. Evaluasi dilakukan dengan **MSE** dan **Wilcoxon Signed-Rank**, yang sesuai untuk data keuangan non-normal dan menguji perubahan distribusi berpasangan.

Uji Kruskal-Wallis

Untuk menguji pengaruh event terhadap volatilitas, digunakan **Kruskal-Wallis H-Test**, yang membandingkan distribusi volatilitas antar periode waktu.

- Diterapkan pada seluruh aset ($n = 23$) termasuk Bitcoin
- Volatilitas dihitung dari rolling standard deviation log return

Dilakukan juga uji robustness dengan panjang jendela berbeda: **15, 30, 45, dan 60 hari**

Interpretasi hasil uji dilakukan dengan melihat signifikansi (p-value) dan arah distribusi pre vs post-event, untuk mengidentifikasi pola reaktivitas aset terhadap event dan sentimen.

Hasil

Subjek dan Data Penelitian

Jenis Data	Sumber	Periode	Keterangan
Harga Kripto	Yahoo Finance	Jan–Apr 2024	Data historis harian
Sentimen Twitter	Twitter API	Agt–Mar 2024	<i>Preprocessed & Scored</i>

- Penelitian menganalisis **23 aset kripto teratas** berdasarkan kapitalisasi pasar (Jan–Apr 2024).
- **Bitcoin digunakan sebagai benchmark** dalam penghitungan CAR & volatilitas karena dominasi pasar kripto [47], [48].
- Data harga diambil dari **Yahoo Finance**, sedangkan data sentimen berasal dari **Twitter (scraping otomatis)** [14], [49].
- Pemilihan aset mempertimbangkan aspek **volatilitas, likuiditas, dan eksposur terhadap sentimen** pasar.

HASIL

Teks	Cleaning	Tokenization	Lemmatization	Embedding	TF-IDF	VADER Score	TextBlob Score	Sentiment Labelling
"Bitcoin is definitely going to surge next week!"	bitcoin definitely going surge next week	['bitcoin', 'definitely', 'going', ...]	['bitcoin', 'definitely', 'go', 'surge', 'next', 'week']	0.427	0.534	0.91	0.65	Positive
"Crypto investors are optimistic about the halving effect."	crypto investors optimistic halving effect	['crypto', 'investors', 'optimistic', ...]	['crypto', 'investor', 'optimistic', 'halving', 'effect']	0.396	0.487	0.76	0.52	Positive
"BTC price remains flat—maybe the market is waiting."	btc price remain flat maybe market waiting	['btc', 'price', 'remain', 'flat', ...]	['btc', 'price', 'remain', 'flat', 'market', 'wait']	0.201	0.328	0.05	0.02	Neutral
"No point buying Ethereum now, too risky with market down."	no point buying ethereum risky market down	['no', 'point', 'buying', 'ethereum', ...]	['point', 'buy', 'ethereum', 'risky', 'market', 'down']	0.153	0.267	-0.42	-0.35	Negative
"Crypto is crashing again! This is getting worse every week!"	crypto crashing getting worse every week	['crypto', 'crashing', 'getting', ...]	['crypto', 'crash', 'get', 'worse', 'every', 'week']	0.162	0.251	-0.65	-0.48	Negative

Hasil Pemrosesan Data Sentimen

- Preprocessing teks mencakup:
- Cleaning, tokenisasi, lemmatisasi, embedding, TF-IDF*
- Skor sentimen dihitung menggunakan:
- VADER, TextBlob, dan TF-IDF**
- Hasil diklasifikasikan menjadi 3 kategori:
Positif – Netral – Negatif

Pendekatan ini mengacu pada pipeline NLP yang umum digunakan dalam riset kripto [49], [14].

HASIL

Date	Sentimen t Score	Event Halving	CAR(ex:Assets ETH)	ASSETS CRYPTOCURRENCY	Return BTC	Volatility ETH	Volatility BTC
2024-03-10	0.64	0	0.0213		0.0147	0.0321	0.0276
2024-03-25	-0.42	0	-0.0186		-0.0092	0.0415	0.0303
2024-04-19	0.02	1	—	Observation event	post- —	—	—
2024-04-25	0.58	1	0.0351		0.0221	0.0293	0.0254
2024-05-05	-0.67	1	-0.0458		-0.0142	0.0579	0.0331

Hasil Definisi dan Perhitungan Variabel

•Sentimen Pasar

Skor harian (−1 s/d 1) hasil gabungan **VADER & TextBlob**

✦ Berdasarkan [38], [50]

•Event Halving

Dummy variabel: 0 = sebelum, 1 = sesudah (cutoff: 19 April 2024)

✦ Pendekatan event study [48]

•Return Aset

CAR (Cumulative Abnormal Return) dari model market-adjusted

•Volatilitas

Rolling **standard deviation 30-hari** dari log return aset

✦ Digunakan oleh [51]

HASIL

Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank – MSE Model Random Forest Regressor ASSETS Crypto (Altcoins)

Assets	MSE Valid Set	MSE Post-Event
SUI	4.113	0.877
XRP	0.6993	1.391
FET	0.798	2.0205
DOGE	1.0675	2.3104
STX	1.1794	2.3426
NEAR	1.3736	2.4536
SHIB	1.9678	2.7915
BCH	0.1209	4.21
USDT	1.1184	4.2131
TON	0.1636	4.4422
ETH	1.2334	4.8961
MATIC	0.0839	5.0638

OM	0.3274	5.2041
SOLX	0.6673	5.2126
DOT	0.2026	5.2455
BNB	0.2378	5.3189
LTC	0.1583	5.3616
OP	0.1183	5.4233
LINK	0.1955	5.4277
SOL	0.3949	5.6171
ADA	0.1184	5.6187
ORDI	0.2214	5.6568
AVAX	0.2421	5.6703

Hasil

- **Mayoritas aset (21 dari 23)** menunjukkan **p-value < 0.05**

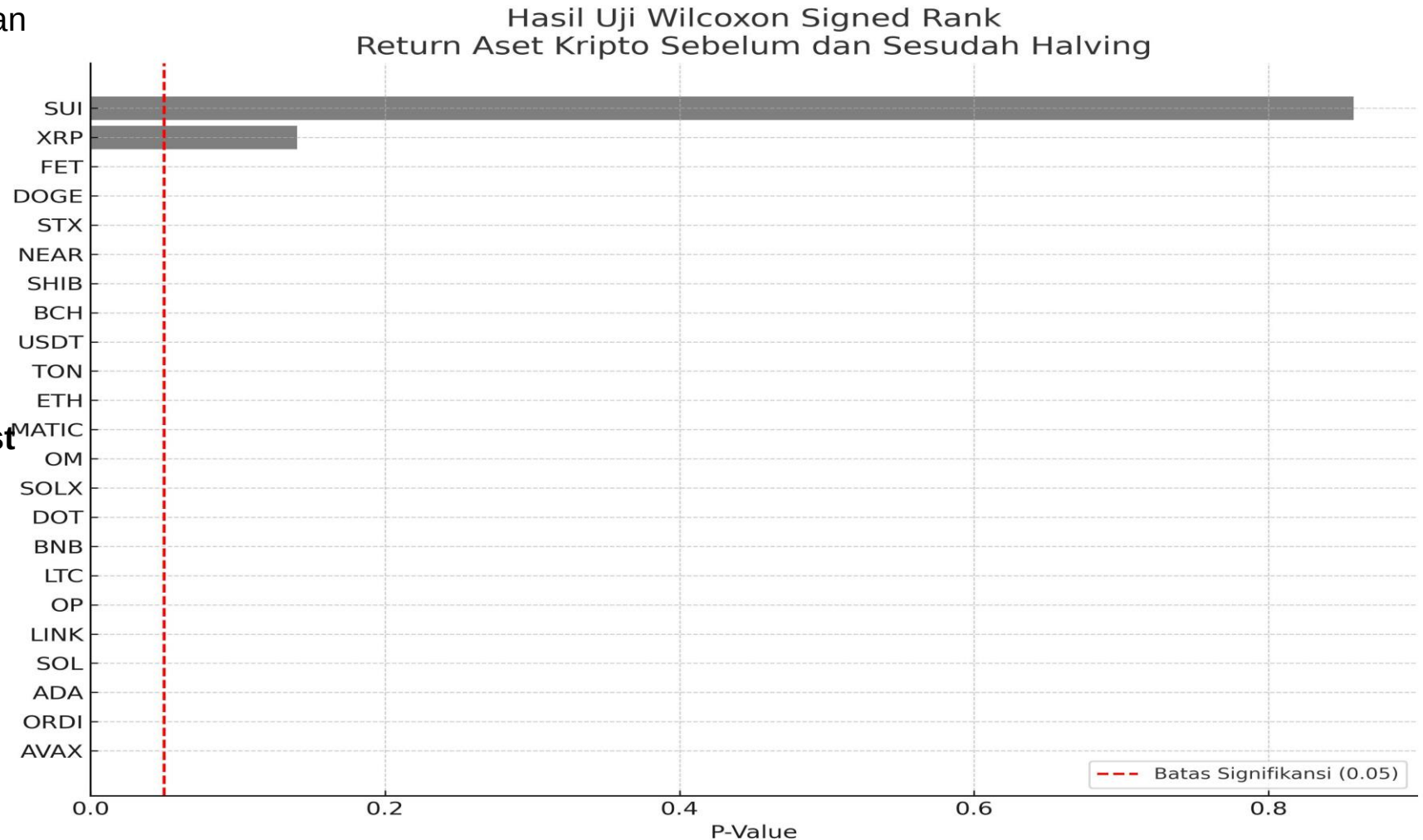
- Menandakan terdapat **perbedaan signifikan** antara prediksi dan return aktual pasca-event

- Aset **SUI** dan **XRP**: p-value > 0.05 → hasil **tidak signifikan**

- Uji menggunakan model **Random Forest Regressor**

- ✦ Sesuai metode Wilcoxon dalam [54]; diperkuat oleh studi [38]

- ✦ Implikasi: Sentimen & Event Halving berpengaruh terhadap return asset kripto (altcoins) secara signifikan.



HASIL

Hasi Uji Wilcoxon Signed Rank Asset Crypto (Bitcoin/non-Altcoins) -Linear Regression Model – MSE & Statistic

•Model Linear Regression digunakan untuk Bitcoin

✦ Stabilitas harga & hubungan cenderung linier

•MSE turun: 1.3736 → 0.9067

▼ Akurasi meningkat pasca-event

•Namun, **hasil Wilcoxon:**

- **Statistik = 110.0000**
- **p-value = 0.0058 (< 0.05)**
→ Terdapat **perbedaan signifikan** return prediksi vs aktual

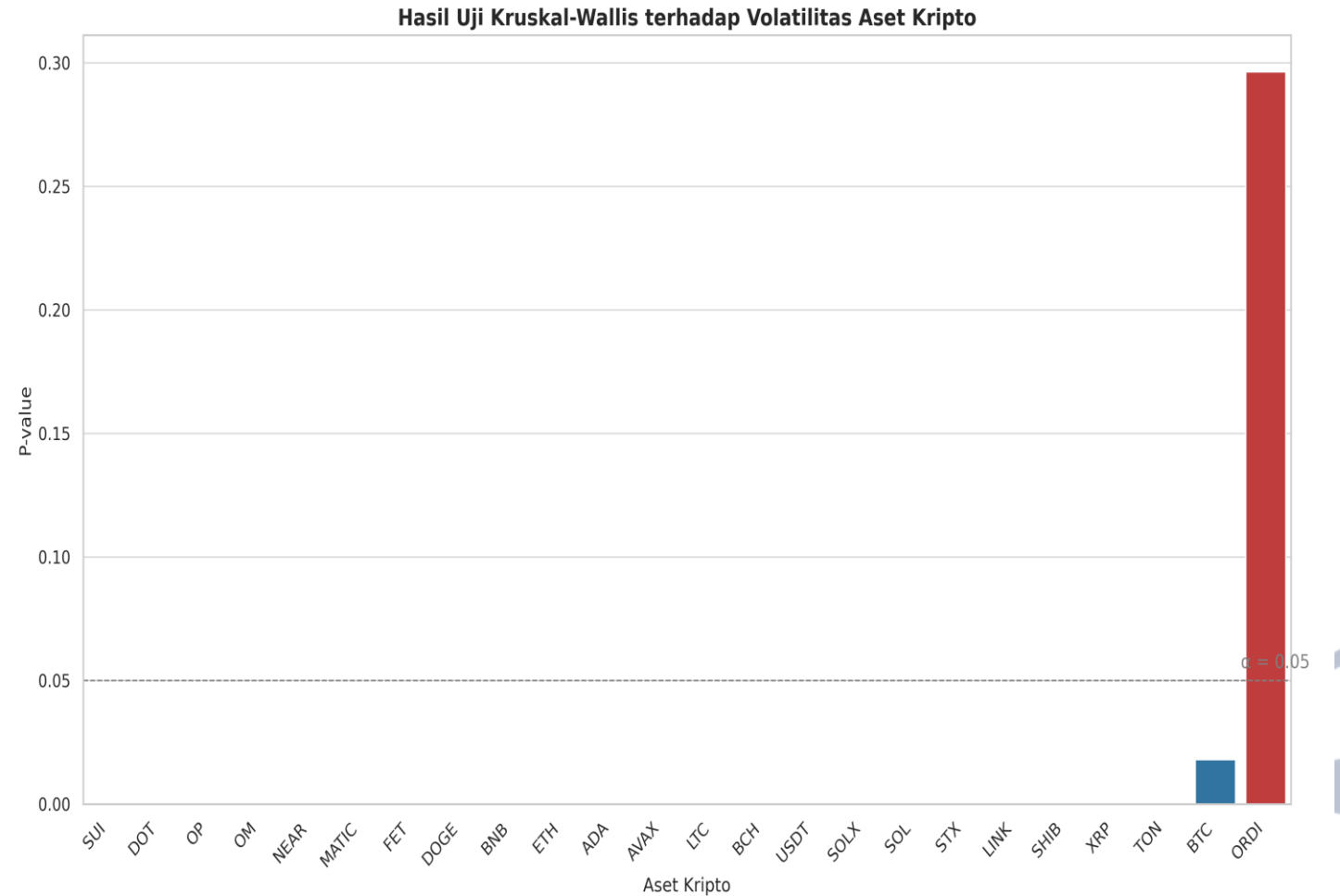
✦ *Efek event halving dan sentimen pasar signifikan meskipun model linier digunakan*

📖 Berdasarkan metode Wilcoxon oleh [54]

Linear Regression Model – Asset Bitcoin	Result
MSE ValidSet	1.3736
MSE Post-Event	0.9067
Wilcoxon Stat.	110.0000
P-Value	0.0058
Validity Stat.	Sign.
Mean Predict Valid Set	0.1616
Mean Predict Post-Event	0.0732

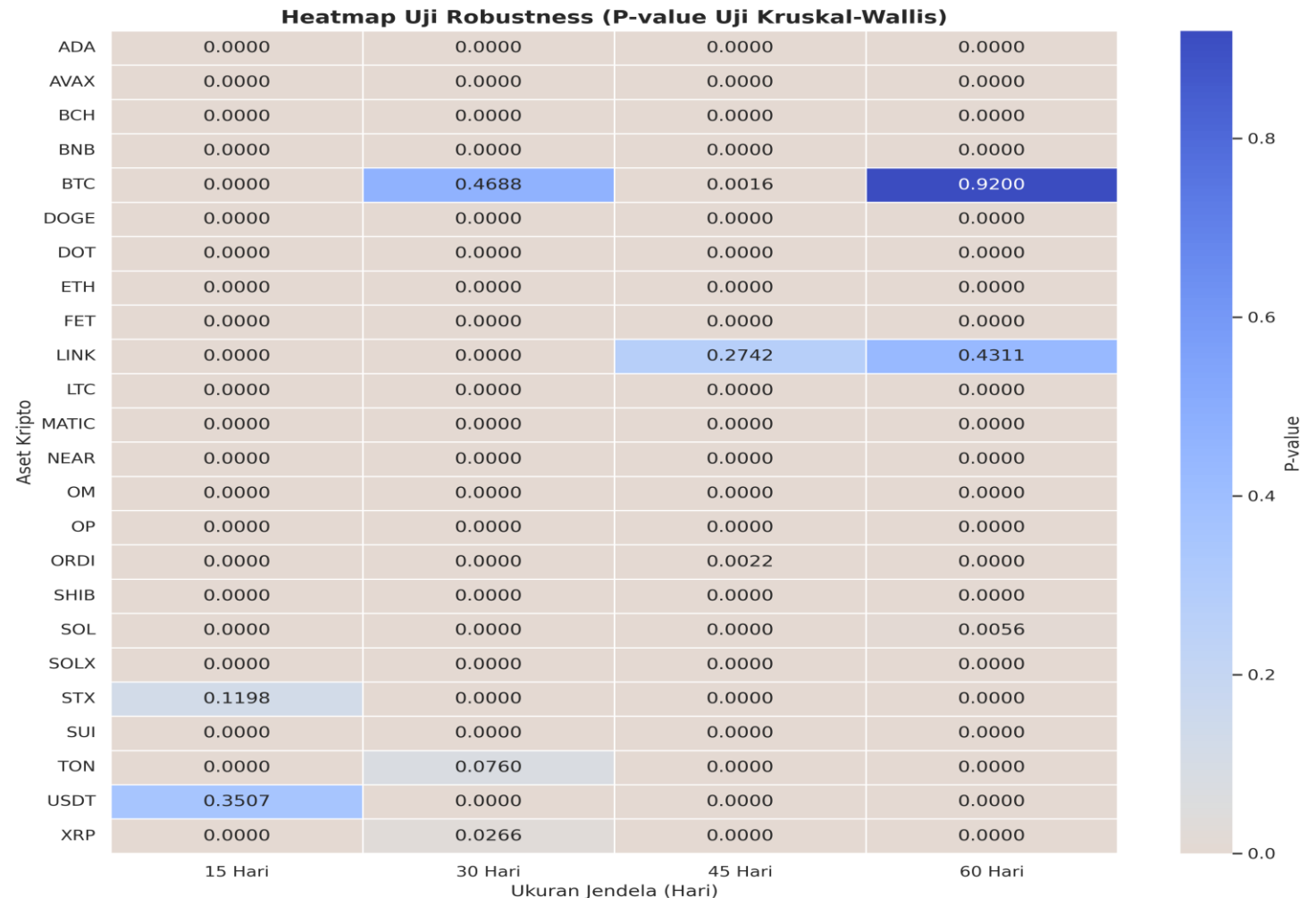
HASIL

- Uji dilakukan untuk membandingkan **volatilitas sebelum & sesudah event**
- **Metode non-parametrik**: cocok untuk data tidak normal [54], [55]
- **22 dari 23 aset**: $p\text{-value} < 0.05 \rightarrow$ perubahan distribusi signifikan
- **Bitcoin**: signifikan ($p = 0.0180$)
- **ORDI**: tidak signifikan ($p = 0.2964$)
- Aset yang naik signifikan: **DOT, ETH, MATIC, NEAR, ADA**
- Mayoritas aset menunjukkan **peningkatan volatilitas pasca-event**
- ✦ Diperkuat oleh studi [38], [47], [54]



HASIL

- Sebagian besar aset kripto **konsisten signifikan** di semua jendela waktu
- Aset seperti **AVAX, ADA, FET, DOGE** → p-value < 0.05 (di semua horizon)
- Tujuan: pastikan hasil tidak dipengaruhi oleh **pemilihan horizon arbitrer** [48]
- **Bitcoin (BTC)**: hasil **tidak konsisten** – signifikan di jendela 15 & 45 hari, tapi **tidak** di 30 & 60 hari
- Aset lain seperti **LINK, STX, TON, USDT, ORDI** juga menunjukkan fluktuasi signifikansi
- ✦ *Pengaruh event bersifat dinamis, tergantung horizon waktu observasi*
- 📖 Referensi: [48] Cumming et al. (2024)



Pembahasan

1. Sentimen Pasar Berpengaruh terhadap Return Aset Kripto Hasil uji Wilcoxon Signed Rank menunjukkan mayoritas aset kripto mengalami perubahan signifikan pada return pasca-event. Model prediksi pra-event tidak akurat lagi pasca-event → indikasi perubahan pola karena dinamika sentimen yang berkembang di media sosial. Sentimen positif → ekspektasi kenaikan harga. Sentimen negatif → tekanan jual meski tidak ada perubahan fundamental. Didukung oleh: [20]: Aktivitas sosial digital memengaruhi ekspektasi investasi. [17]: Sentimen kolektif lebih kuat daripada indikator fundamental.
2. Event Bitcoin Halving Berpengaruh terhadap Return Aset Kripto Event Halving 2024 berperan sebagai shock struktural pasar. Terdapat perbedaan signifikan antara prediksi model dan return aktual pasca-halving. Return abnormal tidak hanya terjadi pada Bitcoin, tapi juga pada altcoin. Didukung oleh: [6]: Fluktuasi return abnormal terjadi konsisten setelah halving. [5]: Pengaruh jangka pendek dari halving tetap kuat dan spekulatif.
3. Sentimen Pasar Berpengaruh terhadap Volatilitas Aset Kripto Uji Kruskal-Wallis menunjukkan fluktuasi volatilitas signifikan berkaitan dengan perubahan sentimen pasar. Ketika sentimen memburuk → ketidakpastian meningkat → lonjakan volatilitas. Aset yang sangat diekspos opini publik lebih sensitif. Didukung oleh: [15]: Sentimen memicu herding behavior (FOMO). [46]: Sentimen sosial lebih memengaruhi volatilitas dibanding return.
4. Event Bitcoin Halving Berpengaruh terhadap Volatilitas Aset Kripto Mayoritas aset menunjukkan peningkatan volatilitas signifikan setelah halving. Respons Bitcoin sendiri kurang robust, tergantung panjang jendela waktu. Halving → menimbulkan ketidakpastian → peningkatan risiko sistemik. Didukung oleh: [62]: Bias perilaku investor memperbesar respons volatilitas. [44]: Desain struktural aset memengaruhi respon terhadap peristiwa fundamental.

Temuan Penting Penelitian

- ✓ Temuan 1 – Return Aset Kripto21 dari 23 aset mengalami perubahan return signifikan pasca-event ($p\text{-value} < 0,05$). Sentimen pasar terbukti berperan penting dalam membentuk return aset digital. Aset dengan pengaruh signifikan: ETH, FET, STX.
- ✓ Temuan 2 – Volatilitas Aset Kripto22 dari 23 aset menunjukkan perubahan volatilitas signifikan setelah Halving. Mayoritas arah pengaruh adalah positif → peningkatan volatilitas. Hanya ORDI yang tidak berpengaruh signifikan secara statistik. Hasil robust pada aset: ADA, AVAX, DOGE, ETH, dll.
- ✓ Temuan 3 – Validitas Model Prediksi Random Forest dan Linear Regression kehilangan akurasi pasca-event. Artinya, perubahan struktural akibat sentimen dan event tidak tercermin dalam pola historis. Validasi statistik nonparametrik (Wilcoxon & Kruskal-Wallis) → membuktikan berpengaruh signifikan.
- ✓ Temuan 4 – Bitcoin sebagai Benchmark Bitcoin menunjukkan return signifikan namun volatilitas tidak konsisten antar jendela waktu. Menunjukkan bahwa BTC sebagai benchmark memiliki karakteristik respons yang lebih kompleks terhadap Halving.

Manfaat Penelitian

- Menyediakan dasar metodologis untuk strategi manajemen risiko kripto.
- Membuka ruang integrasi antara Data Sentimen berbasis NLP & machine learning dan uji statistik nonparametric terhadap Data Historis Pasar.

Rekomendasi Penelitian Lanjutan:(1)Mengembangkan prediksi real-time dengan algoritma ML.(2)Meluaskan cakupan ke stablecoin dan aset non-top-tier.(3)Meneliti pengaruh regulasi dan kebijakan makro terhadap dinamika sentimen dan volatilitas.

Referensi

- [1] Anne Haubo Dyhrberg, “Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold?,” *https://www.sciencedirect.com/journal/finance-research-letters*, vol. 16, pp. 139–144, Feb. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.025>.
- [2] Andrew Urquhart, “The inefficiency of Bitcoin,” *https://www.sciencedirect.com/journal/economics-letters*, vol. 148, pp. 80–82, Nov. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.019>.
- [3] E. Gemici, M. Polat, R. Gök, M. A. Khan, M. A. Khan, and Y. Kilic, “Do Bubbles in the Bitcoin Market Impact Stock Markets? Evidence From 10 Major Stock Markets,” *SAGE Open*, vol. 13, no. 2, p. 21582440231178666, Apr. 2023, doi: [10.1177/21582440231178666](https://doi.org/10.1177/21582440231178666).
- [4] G. B. M’bakob, “Bubbles in Bitcoin and Ethereum: The role of halving in the formation of super cycles,” *Sustainable Futures*, vol. 7, p. 100178, Jun. 2024, doi: [10.1016/j.sft.2024.100178](https://doi.org/10.1016/j.sft.2024.100178).
- [5] Frances Yue, “Has bitcoin halving lost its mojo? The crypto sees its worst ever post-halving performance. Bitcoin’s price soared in the months after its first three halvings,” Has bitcoin halving lost its mojo? The crypto sees its worst ever post-halving performance. [Online]. Available: https://www.marketwatch.com/story/has-bitcoin-halving-lost-its-mojo-the-crypto-sees-its-worst-ever-post-halving-performance-af9ff71b?mod=hp_latestnews
- [6] J. Fabus, I. Kremenova, N. Stalmasekova, and T. Kvasnicova-Galovicova, “An Empirical Examination of Bitcoin’s Halving Effects: Assessing Cryptocurrency Sustainability within the Landscape of Financial Technologies,” *JRFM*, vol. 17, no. 6, p. 229, May 2024, doi: [10.3390/jrfm17060229](https://doi.org/10.3390/jrfm17060229).
- [7] “Cambridge Digital Mining Industry Report: Global Operations, Sentiment, and Energy Use - CCAF publications,” Cambridge Judge Business School. Accessed: May 20, 2025. [Online]. Available: <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/cambridge-digital-mining-industry-report/>
- [8] R. Bruzge, J. Černevičienė, A. Šapkauskienė, A. Mačerinskienė, S. Masteika, and K. Driaunys, “Stylized Facts, Volatility Dynamics, and Risk Measures of Cryptocurrencies,” *Journal of Business Economics and Management*, vol. 24, no. 3, pp. 527–550, Sep. 2023, doi: [10.3846/jbem.2023.19118](https://doi.org/10.3846/jbem.2023.19118).
- [9] R. Cerqueti, M. Giacalone, and R. Mattera, “Skewed non-Gaussian GARCH models for cryptocurrencies volatility modelling,” Apr. 22, 2020, *arXiv*: [arXiv:2004.11674](https://arxiv.org/abs/2004.11674). doi: [10.48550/arXiv.2004.11674](https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.11674).
- [10] V. Azhmyakov, I. Shirokov, and L. Guzman Trujillo, “Advanced Statistical Analysis of the Predicted Volatility Levels in Crypto Markets,” *JRFM*, vol. 17, no. 7, p. 279, Jul. 2024, doi: [10.3390/jrfm17070279](https://doi.org/10.3390/jrfm17070279).
- [11] A. Karagiorgis, A. Ballis, and K. Drakos, “Exploring the Interplay of Skewness and Kurtosis: Dynamics in Cryptocurrency Markets Amid the COVID-19 Pandemic,” Sep. 30, 2024, *arXiv*: [arXiv:2410.12801](https://arxiv.org/abs/2410.12801). doi: [10.48550/arXiv.2410.12801](https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.12801).
- [12] A. Brini and J. Lenz, “A Comparison of Cryptocurrency Volatility-benchmarking New and Mature Asset Classes,” Apr. 07, 2024, *arXiv*: [arXiv:2404.04962](https://arxiv.org/abs/2404.04962). doi: [10.48550/arXiv.2404.04962](https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.04962).
- [13] Anamika, Madhumita Chakraborty, and Sowmya Subramaniam, “Does Sentiment Impact Cryptocurrency?,” *https://ideas.repec.org/s/taf/hbhfxx.html*, vol. 24(2), pp. 202–218, Apr. 2023, doi: [10.1080/15427560.2021.1950723](https://doi.org/10.1080/15427560.2021.1950723).
- [14] T. Liu *et al.*, “The Role of Transformer Models in Advancing Blockchain Technology: A Systematic Survey,” Sep. 05, 2024, *arXiv*: [arXiv:2409.02139](https://arxiv.org/abs/2409.02139). doi: [10.48550/arXiv.2409.02139](https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.02139).
- [15] M. Cary, “Herding and investor sentiment after the cryptocurrency crash: evidence from Twitter and natural language processing,” *Financ Innov*, vol. 10, no. 1, p. 142, Sep. 2024, doi: [10.1186/s40854-024-00663-x](https://doi.org/10.1186/s40854-024-00663-x).
- [16] V. Gurgul, S. Lessmann, and W. K. Härdle, “Deep Learning and NLP in Cryptocurrency Forecasting: Integrating Financial, Blockchain, and Social Media Data,” Oct. 25, 2024, *arXiv*: [arXiv:2311.14759](https://arxiv.org/abs/2311.14759). doi: [10.48550/arXiv.2311.14759](https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.14759).

REFERENSI

- [17]E. Öget, “The Effect of Positive and Negative Events on Cryptocurrency Prices,” *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, vol. 7, no. 1, pp. 16–31, Mar. 2022, doi: 10.30784/epfad.1011204.
- [18]A. Raheman, A. Kolonin, I. Fridkins, I. Ansari, and M. Vishwas, “Social Media Sentiment Analysis for Cryptocurrency Market Prediction”.
- [19]H. Moradi-Kamali, M.-H. Rajabi-Ghozlou, M. Ghazavi, A. Soltani, A. Sattarzadeh, and R. Entezari-Maleki, “Market-Derived Financial Sentiment Analysis: Context-Aware Language Models for Crypto Forecasting,” Mar. 02, 2025, *arXiv*: arXiv:2502.14897. doi: 10.48550/arXiv.2502.14897.
- [20]K. T. Kim and L. Fan, “Beyond the hashtags: social media usage and cryptocurrency investment,” *International Journal of Bank Marketing*, vol. 43, no. 3, pp. 569–590, Jan. 2025, doi: 10.1108/IJBM-12-2023-0665.
- [21]Wenjun Feng, Yiming Wang, and Zhengjun Zhang, “Can cryptocurrencies be a safe haven: a tail risk perspective analysis,” https://www.researchgate.net/journal/Applied-Economics-1466-4283?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19, vol. 50(2), pp. 1–18, Apr. 2018, doi: http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2018.1466993.
- [22]R. C. F. De Araújo, A. S. R. Pinto, and M. Ferrandin, “Sentiment Identification on Tweets to Forecast Cryptocurrency’s Volatility,” *Journal of Computer Science*, vol. 19, no. 5, pp. 619–628, May 2023, doi: 10.3844/jcssp.2023.619.628.
- [23]P. Jaquart, S. Köpke, and C. Weinhardt, “Machine learning for cryptocurrency market prediction and trading,” *The Journal of Finance and Data Science*, vol. 8, pp. 331–352, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jfds.2022.12.001.
- [24]K. Qureshi and T. Zaman, “Social media engagement and cryptocurrency performance,” *PLoS ONE*, vol. 18, no. 5, p. e0284501, May 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0284501.
- [25]S. Corbet, B. Lucey, A. Urquhart, and L. Yarovaya, “Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis,” *International Review of Financial Analysis*, vol. 62, pp. 182–199, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.irfa.2018.09.003.
- [26]C. Kleitsikas, N. Korfiatis, S. Leonardos, and C. Ventre, “Bitcoin’s Edge: Embedded Sentiment in Blockchain Transactional Data,” Apr. 18, 2025, *arXiv*: arXiv:2504.13598. doi: 10.48550/arXiv.2504.13598.
- [27]S. Bogdan, N. Brmalj, and E. Mujačević, “Impact of Liquidity and Investors Sentiment on Herd Behavior in Cryptocurrency Market,” *IJFS*, vol. 11, no. 3, p. 97, Jul. 2023, doi: 10.3390/ijfs11030097.
- [28]O. Gozbasi, B. Altinoz, and E. E. Sahin, “IS BITCOIN A SAFE HAVEN? A STUDY ON THE FACTORS THAT AFFECT BITCOIN PRICES,” *IJEFI*, vol. 11, no. 4, pp. 35–40, Jul. 2021, doi: 10.32479/ijefi.11602.
- [29]S. Liu, “Is Bitcoin a Safe-haven Against Geopolitical Events: An Analysis Based on Russian-Ukrainian Conflict,” *HBEM*, vol. 7, pp. 263–272, Apr. 2023, doi: 10.54097/hbem.v7i.6957.
- [30]Scott Li and Judy Ma, “The impact of sentiment and engagement of Twitter posts on cryptocurrency price movement,” *Finance Research Letters*, vol. 65, Jul. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.frl.2024.105598.
- [31]Y. Zou and D. Herremans, “PreBit -- A multimodal model with Twitter FinBERT embeddings for extreme price movement prediction of Bitcoin,” *Expert Systems with Applications*, vol. 233, p. 120838, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120838.
- [32]S. Arslan, “Bitcoin Price Prediction Using Sentiment Analysis and Empirical Mode Decomposition,” *Comput Econ*, vol. 65, no. 4, pp. 2227–2248, Apr. 2025, doi: 10.1007/s10614-024-10588-3.
- [33]F. A. Lovera, Y. C. Cardinale, and M. N. Homsí, “Sentiment Analysis in Twitter Based on Knowledge Graph and Deep Learning Classification,” *Electronics*, vol. 10, no. 22, p. 2739, Nov. 2021, doi: 10.3390/electronics10222739.
- [34]Y. Zhang, J. Fan, and B. Dong, “Deep Learning-Based Analysis of Social Media Sentiment Impact on Cryptocurrency Market Microstructure,” *Academic Journal of Sociology & Management*, vol. 3, no. 2, pp. 13–21, Mar. 2025, doi: 10.70393/616a736d.323730.

REFERENSI

- [35]M. F. B. Hossain, L. Z. Lamia, M. M. Rahman, and M. M. Khan, “FinBERT-BiLSTM: A Deep Learning Model for Predicting Volatile Cryptocurrency Market Prices Using Market Sentiment Dynamics,” Nov. 02, 2024, arXiv: arXiv:2411.12748. doi: 10.48550/arXiv.2411.12748.
- [36]S. M. Dashtaki, M. H. Chagahi, B. Moshiri, and M. J. Piran, “Multi-Source Hard and Soft Information Fusion Approach for Accurate Cryptocurrency Price Movement Prediction,” Sep. 27, 2024, arXiv: arXiv:2409.18895. doi: 10.48550/arXiv.2409.18895.
- [37]Individual Comparisons by Ranking Methods on JSTOR.” Accessed: May 22, 2025. [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/3001968?origin=crossref>
- [38]L. Mueller, S. Stoeckl, D. Schiereck, and J. Mueller, “Estimating Crypto-Related Risk: Market-Based Evidence from FTX’s Failure and Its Contagion on U.S. Banks”.
- [39]Diaconasu Delia Elena, Sayed Mehdian, and Ovidiu Stoica, “An analysis of investors’ behavior in Bitcoin market”, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0264522>
- [40]A. Saggu, L. Ante, and K. Kopiec, “Uncertain Regulations, Definite Impacts: The Impact of the U.S. Securities and Exchange Commission’s Regulatory Interventions on Crypto Assets,” Finance Research Letters, vol. 72, p. 106413, Feb. 2025, doi: 10.1016/j.frl.2024.106413.
- [41]W. H. Kruskal and W. A. Wallis, “Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis,” Journal of the American Statistical Association, vol. 47, no. 260, pp. 583–621, 1952, doi: 10.2307/2280779.
- [42]R. Haniffa, M. Hudaib, and T. Nawaz, “The Value of Social Capital for the Success of SPAC IPOs,” IJFS, vol. 10, no. 2, p. 31, May 2022, doi: 10.3390/ijfs10020031.
- [43]A. I. Putri, N. Q. Lutfillah, and D. Djuhari, “Comparison of Performance and Best Choice of Investment Instruments: A Study from Indonesia,” equity, vol. 5, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.46821/equity.v5i1.513.
- [44]K. Jarno and H. Kołodziejczyk, “Does the Design of Stablecoins Impact Their Volatility?,” JRFM, vol. 14, no. 2, p. 42, Jan. 2021, doi: 10.3390/jrfm14020042.
- [45]A. Bouteska and B. Regaieg, “Loss aversion, overconfidence of investors and their impact on market performance evidence from the US stock markets,” JEFAS, vol. 25, no. 50, pp. 451–478, Dec. 2020, doi: 10.1108/JEFAS-07-2017-0081.
- [46]N. Kyriazis, S. Papadamou, P. Tzeremes, and S. Corbet, “The differential influence of social media sentiment on cryptocurrency returns and volatility during COVID-19,” The Quarterly Review of Economics and Finance, vol. 89, pp. 307–317, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.qref.2022.09.004.
- [47]C. Y.-H. Chen and C. M. Hafner, “Sentiment-Induced Bubbles in the Cryptocurrency Market,” JRFM, vol. 12, no. 2, p. 53, Apr. 2019, doi: 10.3390/jrfm12020053.
- [48]J.-P. Bouchaud, “The Inelastic Market Hypothesis: A Microstructural Interpretation,” Jan. 11, 2022, arXiv: arXiv:2108.00242. doi: 10.48550/arXiv.2108.00242.
- [49]K. Coufalová, “Prospect Theory in the Cryptocurrency Market”.
- [50]D. Garcia and F. Schweitzer, “Social signals and algorithmic trading of Bitcoin,” R. Soc. open sci., vol. 2, no. 9, p. 150288, Sep. 2015, doi: 10.1098/rsos.150288.
- [51]J. Mednis and S. Palmquist, “PORTFOLIO OPTIMIZATION WITH CRYPTO ASSETS”.

REFERENSI

- [52]S. Bowala and J. Singh, “Optimizing Portfolio Risk of Cryptocurrencies Using Data-Driven Risk Measures,” JRFM, vol. 15, no. 10, p. 427, Sep. 2022, doi: 10.3390/jrfm15100427.
- [53]G. M. Caporale and A. Plastun, “THE DAY OF THE WEEK EFFECT IN THE CRYPTO CURRENCY MARKET”.
- [54]D. J. Cumming, J. Fuchs, and P. P. Momtaz, “Market Reactions to Cryptocurrency Regulation: Risk, Return, and the Role of Enforcement Quality,” 2024, Elsevier BV. doi: 10.2139/ssrn.4955862.
- [55]X. Huang et al., “LSTM Based Sentiment Analysis for Cryptocurrency Prediction,” Oct. 17, 2021, arXiv: arXiv:2103.14804. doi: 10.48550/arXiv.2103.14804.
- [56]K. I. Roumeliotis, N. D. Tselikas, and D. K. Nasiopoulos, “LLMs and NLP Models in Cryptocurrency Sentiment Analysis: A Comparative Classification Study,” BDCC, vol. 8, no. 6, p. 63, Jun. 2024, doi: 10.3390/bdcc8060063.
- [57]S. Sahu, A. F. Ramírez, and J.-M. Kim, “Exploring Calendar Anomalies and Volatility Dynamics in Cryptocurrencies: A Comparative Analysis of Day-of-the-Week Effects before and during the COVID-19 Pandemic,” JRFM, vol. 17, no. 8, p. 351, Aug. 2024, doi: 10.3390/jrfm17080351.
- [58]N. Uras, L. Marchesi, M. Marchesi, and R. Tonelli, “Forecasting Bitcoin closing price series using linear regression and neural networks models,” Jan. 04, 2020, arXiv: arXiv:2001.01127. doi: 10.48550/arXiv.2001.01127.
- [59]T. R. Li, A. S. Chamrajnagar, X. R. Fong, N. R. Rizik, and F. Fu, “Sentiment-Based Prediction of Alternative Cryptocurrency Price Fluctuations Using Gradient Boosting Tree Model,” May 01, 2018, arXiv: arXiv:1805.00558. doi: 10.48550/arXiv.1805.00558.
- [60]N. Spencer, N. C. Smeeton, and P. Sprent, Applied Nonparametric Statistical Methods, 5th ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2025. doi: 10.1201/9780429326172.
- [61]J. Y.-L. Chan, S. W. Phoong, S. Y. Phoong, W. K. Cheng, and Y.-L. Chen, “The Bitcoin Halving Cycle Volatility Dynamics and Safe Haven-Hedge Properties: A MSGARCH Approach,” Mathematics, vol. 11, no. 3, p. 698, Jan. 2023, doi: 10.3390/math11030698.
- [62]Z. Song, “Behavioral biases in the cryptocurrency market: a study on the impact of investor sentiment on price anomalies,” JAEPS, vol. 18, no. 2, pp. 35–39, Apr. 2025, doi: 10.54254/2977-5701/2025.21938

