

Pengaruh Sentimen Pasar dan Event Bicoiin Halving terhadap Return (Uji Wilcoxon) dan Volatilitas (Uji Kruskal-Wallis) Aset Kripto [The Impact of Market Sentiment and the Bitcoin Halving Event on Cryptocurrency Returns (Wilcoxon Test) and Volatility (Kruskal-Wallis Test)]

Wahyu Iqbal Ibrahim¹⁾, Herlinda Maya Kumala Sari²⁾, Sriyono³⁾

¹⁾Program Studi Manajemen, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Manajemen, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

³⁾Program Studi Manajemen, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: herlindamayakumala@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to analyze the impact of market sentiment and the Bitcoin Halving event on the return and volatility of crypto assets using a nonparametric approach. Using the Bitcoin Halving event on April 19, 2024 as a reference point, this research develops a sentiment-based predictive model utilizing social media sentiment to project cumulative abnormal return (CAR) and Bitcoin market return. The validity of the predictions is tested using the Wilcoxon Signed-Rank Test and the Kruskal-Wallis Test, which are appropriate for the volatile and non-normally distributed nature of crypto asset data. The results show that most assets experienced significant differences in return and volatility between the pre-event and post-event periods. Statistically, the influence of sentiment on cumulative return and volatility is proven to be significant in the context of the halving event. These findings contribute to the development of sentiment validation approaches using nonparametric testing and can serve as a methodological basis for asset screening and strategic decision-making in crypto investments and risk management.*

Keywords – Market Sentiment; Crypto Assets; Return and Volatility; Bitcoin Halving; Nonparametric Event Study; Wilcoxon Signed-Rank Test; Kruskal-Wallis Test.

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sentimen pasar dan peristiwa Bitcoin Halving terhadap return dan volatilitas aset kripto menggunakan pendekatan nonparametrik. Dengan menjadikan peristiwa Bitcoin Halving pada 19 April 2024 sebagai titik acuan, penelitian ini membangun model prediktif berbasis sentimen media sosial untuk memproyeksikan cumulative abnormal return (CAR) dan return pasar (Bitcoin). Validitas prediksi diuji menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test dan Kruskal-Wallis Test yang dianggap sesuai untuk data aset kripto yang cenderung fluktuatif dan tidak berdistribusi normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar aset menunjukkan perbedaan signifikan antara periode sebelum dan sesudah peristiwa halving, baik dari sisi return maupun volatilitas. Secara statistik, pengaruh sentimen terhadap hasil kumulatif dan volatilitas dapat dibuktikan secara signifikan dalam konteks peristiwa halving. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pendekatan validasi sentimen berbasis uji nonparametrik, serta dapat dijadikan dasar dalam penyaringan aset dan strategi pengambilan keputusan untuk keperluan investasi dan manajemen risiko di pasar kripto.*

Kata Kunci – Sentimen Pasar; Aset Kripto; Return dan Volatilitas; Bitcoin Halving; Studi Peristiwa Nonparametrik; Wilcoxon Signed-Rank Test; Kruskal-Wallis Test.

I. PENDAHULUAN

Pasar aset kripto telah berkembang menjadi salah satu sektor paling dinamis dalam sistem keuangan global. Volatilitas ekstrem, spekulasi tinggi, serta pengaruh sentimen pasar yang kuat menjadikan Cryptocurrency berbeda dari aset keuangan tradisional. Fluktuasi harga seringkali dipicu oleh opini publik, berita, dan sentimen media sosial, bukan hanya oleh faktor fundamental. Fenomena ini menimbulkan tantangan sekaligus peluang untuk memahami dinamika pergerakan harga berbasis psikologi pasar [1], [2].

Salah satu peristiwa fundamental yang berperan besar dalam membentuk dinamika pasar kripto adalah Bitcoin Halving, yaitu pengurangan separuh imbalan bagi para penambang yang berlangsung secara berkala setiap empat tahun. Secara teoretis, mekanisme ini membatasi suplai Bitcoin dengan tujuan meningkatkan kelangkaan serta berpotensi mendorong harga dalam jangka panjang [3]. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa peristiwa *halving* sebelumnya pada tahun 2012, 2016, dan 2020 berkorelasi positif dengan kenaikan harga Bitcoin, terutama dalam perspektif jangka menengah hingga panjang [4]. Analisis historis dan statistik mengungkapkan adanya tren *bullish* pada setiap siklus *halving*, meski tingkat penguatan harga cenderung menurun pada siklus berikutnya, sehingga kelangkaan Bitcoin tidak selalu menghasilkan dampak harga yang konsisten atau linear di setiap *halving* [4].

Event Bitcoin Halving di tahun 2024 memperlihatkan bahwa efek *bullish* ang biasa terjadi mengalami *diminishing return* atau pengurangan hasil. Berdasarkan studi kausal dalam [5], [6], menunjukkan adanya kenaikan harga *pasca-*

halving, namun besarnya peningkatan tercatat lebih rendah dibandingkan siklus-siklus sebelumnya. Hal ini, mengindikasikan pengaruh fundamental seperti mekanisme suplai-monetari mulai diimbangi oleh faktor eksternal lainnya. Selain faktor teknis, sentimen publik, psikologi investor, dan dinamika eksternal seperti keterlibatan institusi serta kehadiran produk derivatif (misalnya ETF) ikut memengaruhi pergerakan harga setelah *halving*. Survei komunitas dan analisis sentimen berdasarkan *The CoinGecko Post-Halving Sentiment Survey* dari *blockchain.news*, menunjukkan kepercayaan investor terhadap pengaruh positif dari *event halving* tetap tinggi, namun antusiasme pasar kini lebih moderat dan rasional [7]. Dalam hal ini, Bitcoin Halving dapat dipandang sebagai katalis penting dalam membentuk ekspektasi pasar dan tren harga aset kripto, bukan hanya melalui mekanisme teknis internal, tetapi juga lewat pembentukan narasi kolektif serta psikologi pasar dalam ekosistem kripto global.

Crypto Market Sentiment Survey Results

According to the survey, the breakdown of sentiment among crypto participants from June 25 to July 8, 2024, is as follows:

Sentiment	Share of Participants
Bearish	11.8%
Somewhat bearish	13.4%
Neutral	25.5%
Somewhat bullish	26.1%
Bullish	23.2%

Sumber: <https://blockchain.news/news/post-halving-crypto-market-sentiment-mixed-reactions>

Gambar 1 The CoinGecko Post-Halvig Sentiment Survey

Laporan Cambridge Digital Mining Industry Report (2025) juga mencatat bahwa Halving 2024 memicu peningkatan efisiensi perangkat keras sebesar 24%, perubahan strategi operasional para penambang, serta pertumbuhan hashrate yang tetap kuat meskipun subsidi blok menurun. Realisasi harga Bitcoin yang mencapai USD 93.390 bahkan melampaui estimasi median komunitas, mengindikasikan bahwa halving tetap dianggap sebagai katalis positif terhadap nilai aset [8]. Hal ini menunjukkan bahwa pelaku pasar telah menginternalisasi ekspektasi terhadap halving sebagai pemicu kenaikan nilai aset. Meskipun begitu, pendekatan dalam laporan tersebut masih berfokus pada dimensi teknis dan makroekonomi, tanpa mengintegrasikan dimensi sosial atau sentimen publik sebagai variabel kunci. Oleh karena itu, pendekatan yang menggabungkan indikator teknikal, data sosial, serta uji statistik berbasis event study menjadi semakin penting untuk menjelaskan fenomena pasar kripto secara lebih menyeluruh, khususnya pasca-halving.

Selain faktor teknikal dan makro-ekonomi, dimensi sosial seperti sentimen pasar juga memainkan peran penting dalam memengaruhi harga aset kripto. Beberapa studi menyebutkan bahwa sentimen investor memiliki kekuatan prediktif terhadap harga Bitcoin maupun aset digital lainnya [9], [10]. Sentimen ini sering kali di ekspresikan melalui platform media sosial dan memiliki keterkaitan kuat dengan dinamika perilaku investor. Cary dan Gurgul menunjukkan bahwa perilaku *herd* cenderung meningkat pasca penurunan harga tajam, di mana pola sentimen negatif menyebar luas melalui jejaring sosial [11], [12]. Penelitian lain menyoroti bahwa baik peristiwa positif maupun negatif dapat secara signifikan berpengaruh terhadap pergerakan harga aset kripto. Misalnya, studi oleh [13], [14] mengonfirmasi bahwa fluktuasi sentimen publik berdampak nyata terhadap respons pasar. Salah satu pendekatan terbaru oleh [15] bahkan mengintegrasikan model bahasa berbasis pasar untuk menganalisis sentimen finansial, yang terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi hingga 11% dibandingkan pendekatan tradisional, dengan tingkat akurasi mencapai 89,6% terhadap data berita Bitcoin. Temuan ini menggarisbawahi pergeseran pendekatan dari analisis teknikal murni menuju pendekatan berbasis data sosial dan linguistik. Konsistensi arah temuan ini juga diperkuat oleh [16], yang mengidentifikasi bahwa investor yang aktif menggunakan media sosial sebagai sumber informasi investasi cenderung memiliki kecenderungan lebih besar dalam berinvestasi di cryptocurrency dan mempertimbangkan alokasi aset berbasis sentimen. Semakin banyak platform yang digunakan, semakin tinggi pula kemungkinan perilaku ini muncul, yang mengindikasikan peran sentimen publik yang meluas dalam membentuk dinamika pasar kripto modern.

Seiring meningkatnya peran sentimen publik dalam membentuk ekspektasi pasar, perhatian terhadap metodologi prediktif juga semakin berkembang. Berbagai pendekatan *machine learning* seperti LSTM, SVM, dan XGBoost telah digunakan untuk memodelkan dinamika harga aset kripto [17], [18], [19]. Meskipun teknik-teknik ini menunjukkan akurasi yang menjanjikan, banyak penelitian terdahulu belum menyertakan uji validitas statistik secara eksplisit terhadap hasil prediksi yang dihasilkan. Model-model tersebut cenderung bergantung pada asumsi distribusi normal dan homogenitas varians, padahal data aset kripto dikenal memiliki distribusi yang tidak normal, menunjukkan karakteristik fat tails dan sifat heteroskedastik yang tinggi [20], [21]. Permasalahan ini juga tercermin dalam studi oleh [22], yang menyoroti peran likuiditas dan sentimen dalam mendorong perilaku *herding*, tetapi tidak melakukan verifikasi ketepatan model secara statistik. Pendekatan berbasis *event study* seperti yang digunakan oleh [23], [24] pun masih terbatas pada satu aset kripto, yakni Bitcoin, tanpa memperluas cakupan analisis ke aset lainnya, serta belum menguji hasil model dengan data historis secara menyeluruh. Hal ini memperlihatkan adanya kekosongan dalam integrasi antara model prediksi, data sosial, dan validitas statistik—sebuah celah metodologis yang penting untuk diisi dalam studi-studi ke depan.

Pendekatan mutakhir dalam studi kripto kini semakin menekankan pada integrasi data sosial, analisis sentimen berbasis NLP, dan informasi dari blockchain dalam kerangka prediksi harga aset digital. Penelitian oleh [19] menunjukkan bahwa keterlibatan media sosial yang ekstrem cenderung berkorelasi negatif terhadap pengembalian aset kripto, menandakan adanya efek jenuh dari eksposur media sosial yang berlebihan terhadap persepsi pasar. Hal ini sejalan dengan temuan oleh [14] yang mengidentifikasi pola-pola sentimen negatif di Twitter sebagai sinyal pergerakan harga jangka pendek. Selanjutnya, studi oleh [25] mengembangkan model multimodal berbasis FinBERT yang menunjukkan keunggulan dalam menangkap dinamika sentimen kripto dari Twitter, sementara studi oleh [26] menerapkan analisis sentimen terstruktur untuk meningkatkan akurasi prediksi harga Bitcoin. Studi oleh [27] menyoroti pentingnya memahami konteks dalam klasifikasi sentimen, terutama di lingkungan media sosial kripto yang cepat berubah dan sangat fluktuatif.

Integrasi antara data sosial dan blockchain diperkuat dalam studi [12] yang memanfaatkan model NLP berbasis Transformer (RoBERTa dan BART MNLi) serta data dari Twitter, Reddit, Google Trends, GitHub, dan data on-chain, menghasilkan peningkatan akurasi dan rasio *Sharpe* secara signifikan dalam prediksi harga Bitcoin dan Ethereum. Penerapan pendekatan berbasis BERT juga ditunjukkan oleh [28] yang berhasil menggabungkan data mikrostruktur pasar dengan sentimen untuk mencapai akurasi prediktif sebesar 91,2%. Model ini membuka jalan bagi integrasi granular antara aspek teknis dan sosial dalam ekosistem pasar kripto. Dalam konteks penguatan prediktif, studi oleh [29] mengembangkan model hibrida FinBERT-BiLSTM yang dirancang untuk menghadapi volatilitas ekstrem dalam pasar kripto, mencapai akurasi hingga 98,25% dalam prediksi intraday dan satu hari ke depan. Model serupa juga diadopsi oleh [30] melalui pendekatan *hard and soft information fusion*, yang memadukan data historis teknis dan sentimen dari media sosial (Twitter) dengan hasil prediksi akurat mencapai 96,8% untuk Bitcoin. Penelitian ini menekankan bahwa integrasi lintas sumber data, baik kuantitatif maupun kualitatif, memberikan peningkatan signifikan dalam performa prediktif, serta memperkuat fondasi metodologis dalam pemodelan pasar kripto berbasis data sosial dan kecerdasan buatan.

Wilcoxon Signed-Rank Test, sebagai uji nonparametrik terhadap median berpasangan, telah digunakan secara luas dalam penelitian keuangan untuk menguji perubahan harga sebelum dan sesudah peristiwa penting (*event*) tanpa mengandalkan asumsi distribusi normal [31], [32]. Lebih lanjut, Studi oleh [33] dan [34], menganalisis perilaku investor di pasar kripto dengan menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test untuk mengevaluasi perubahan harga sebelum dan sesudah peristiwa penting, hasilnya menunjukkan bahwa investor bereaksi signifikan terhadap peristiwa tertentu, dan dapat mempengaruhi harga dan mempengaruhi perdagangan. Kruskal-Wallis Test juga telah memberikan alternatif uji lebih dari dua kelompok atau periode pengamatan, dan banyak diaplikasikan dalam studi volatilitas pasar serta analisis risiko [35], [36]. Studi oleh [37] menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk membandingkan kinerja berbagai instrumen investasi di Indonesia, termasuk Bitcoin, dan menemukan bahwa Bitcoin memiliki peringkat rata-rata tertinggi dalam rasio *Sharpe*, dan menunjukkan potensi pengembalian yang lebih tinggi dibandingkan instrumen lainnya. Sedangkan, Studi oleh [38] menunjukkan bahwa Kruskal-Wallis efektif untuk menguji perbedaan volatilitas pasar kripto atau khususnya *stablecoin* di berbagai situasi ketidakmungkinan. Dengan mengadopsi kedua pendekatan ini, penelitian ini tidak hanya menyelaraskan diri dengan pendekatan yang lebih robust dalam literatur keuangan, namun juga berupaya mengisi kekosongan dalam kajian validitas prediktif berbasis sentimen dengan pengujian yang tidak tergantung pada asumsi statistik konvensional.

Meskipun berbagai pendekatan telah dikembangkan dalam studi terdahulu, sebagian besar penelitian masih menghadapi keterbatasan dalam integrasi antara analisis sentimen dan validasi statistik terhadap prediksi yang dihasilkan. Model-model prediksi yang umum digunakan, seperti regresi linier atau pembelajaran mesin, umumnya mengasumsikan distribusi data yang normal dan jarang menyertakan uji validitas statistik terhadap hasil prediktifnya. Selain itu, fokus penelitian sebelumnya banyak terpusat pada Bitcoin sebagai satu-satunya objek analisis, tanpa memperluas kajian ke aset kripto lain yang memiliki karakteristik volatilitas dan sensitivitas pasar yang berbeda. Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (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.

Penelitian ini dapat dikaitkan langsung dengan *SDG's 8: Decent Work and Economic Growth*, khususnya target 8.10, yaitu memperkuat kapasitas lembaga keuangan domestik untuk mendorong akses terhadap layanan keuangan.

Rumusan Masalah:

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

II. LITERATURE REVIEW

Sentimen Pasar

Sentimen pasar merupakan refleksi dari persepsi kolektif pelaku pasar terhadap kondisi ekonomi, aset, atau peristiwa tertentu yang dapat mempengaruhi keputusan investasi. Dalam konteks aset kripto, sentimen sangat mudah berfluktuasi seiring dengan penyebaran opini dan emosi yang beredar secara masif di media sosial. Teori oleh De Bondt dan Thaler (1985), yang mendasari pengaruh sentimen pasar berasal dari *Behavioral Finance*, yang menyatakan bahwa keputusan keuangan sering kali tidak rasional dan sangat dipengaruhi oleh bias kognitif dan emosi [39]. Untuk mengukur sentimen pasar, digunakan pendekatan *Natural Language Processing* (NLP) terhadap data teks dari media sosial Twitter. Penelitian ini mengadopsi metode gabungan, yaitu:

1. VADER (Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner): Mengukur polaritas kalimat berdasarkan leksikon dan aturan penekanan
2. TextBlob: Mengklasifikasikan polaritas dan subjektivitas teks
3. Word2Vec & TF-IDF Embedding: Digunakan sebagai representasi fitur teks sebelum diberi bobot sentimen

Skor sentimen tersebut Skor sentimen tersebut diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama: positif, netral, dan negatif. Sentimen pasar dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai indikator psikologis, tetapi juga sebagai variabel independen yang diasumsikan mempengaruhi *return* dan volatilitas aset digital. Studi terdahulu menunjukkan bahwa lonjakan sentimen negatif dapat memicu *panic selling* dan memperbesar volatilitas [40], sedangkan sentimen positif cenderung memicu tren *bullish* jangka pendek [38], [41].

Event Pasar (Bitcoin Halving)

Sejalan dengan *Inelastic Market Hypothesis* [42], Bitcoin Halving mengurangi pasokan koin—tidak sekadar informasi—melainkan menimbulkan ketidakelastisan pasokan yang memicu tekanan beli dan pergerakan harga yang ditenagai *order flow*. Hal ini diperkuat oleh *Prospect Theory*, yang menunjukkan bahwa investor merespons *event* pasokan langka seperti Halving dengan ekspektasi kenaikan harga yang berbasis psikologi “*gain framing*” [43]. Selain itu, pasar kripto memiliki karakteristik yang dinamis; efisien dan ekspektasi harga investor berubah tergantung sejarah pasar dan sentimen saat *event* terjadi. Dan juga, pola harga sebelum dan setelah *event halving*, bisa menjadi sinyal bagi investor akan ekspektasi harga yang terbentuk akibat *event* ini.

Secara teoritis, pengaruh *event* pasar dapat dianalisis menggunakan pendekatan *Event Study*, yang menilai abnormalitas *return* dan volatilitas sebelum dan sesudah *event*. Event seperti *halving* cenderung menciptakan ketidakpastian yang tinggi, memperkuat dinamika sentimen pasar, dan dapat mempercepat perubahan harga [2]. Indikator yang digunakan untuk mengamati pengaruh *event* dalam penelitian ini adalah perbedaan distribusi *return* dan volatilitas sebelum dan sesudah tanggal *event*, dengan menggunakan uji statistik nonparametrik (Wilcoxon dan Kruskal-Wallis). Event diperlakukan sebagai variabel independen dalam melihat perubahan struktural jangka pendek pada return dan risiko pasar

Return Aset Kripto

Return mencerminkan tingkat keuntungan atau kerugian yang diperoleh dari suatu aset dalam periode tertentu. Dalam aset kripto, return umumnya dihitung menggunakan *log return*, yaitu perbedaan logaritmik antara harga penutupan hari ini dan hari sebelumnya. Teori dasar yang digunakan untuk memodelkan *return* adalah teori *Efficient Market Hypothesis* (EMH), yang menyatakan bahwa harga mencerminkan semua informasi yang tersedia. Namun,

dalam pasar kripto yang cenderung tidak efisien, *return* juga sangat dipengaruhi oleh faktor non-fundamental seperti sentimen publik dan peristiwa pasar. Indikator *return* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Log Return Harian: Mengukur perubahan persentase harga dari hari ke hari.
- 2) Cumulative Abnormal Return (CAR): selisih antara *return* aktual dan *return* pasar, dihitung menggunakan *market-adjusted model*.

Bitcoin digunakan sebagai benchmark pasar dalam menghitung abnormal return dari aset kripto lainnya. Hubungan antara *return* dan sentimen pasar telah diteliti oleh banyak studi sebelumnya [9], [44], yang menunjukkan bahwa perubahan dalam sentimen publik dapat memicu reaksi harga yang signifikan. Event seperti Bitcoin Halving juga diketahui menciptakan lonjakan pada *return* akibat spekulasi pasar.

Volatilitas Aset Kripto

Volatilitas mengacu pada tingkat fluktuasi harga suatu aset dalam periode waktu tertentu dan digunakan sebagai proksi risiko dalam konteks keuangan. Teori klasik mengenai volatilitas dikembangkan dalam *Modern Portfolio Theory* (Markowitz, 1952), di mana volatilitas diperlakukan sebagai ukuran utama ketidakpastian investasi. Namun, pada aset kripto yang sangat sensitif terhadap noise pasar dan sentimen, volatilitas juga sering kali mencerminkan tekanan psikologis investor [45], [46].

Dalam penelitian ini, volatilitas diukur menggunakan indikator *Rolling Standard Deviation* (30-Hari) dari *log return*, untuk mengukur dispersi harga dalam jangka menengah. Volatilitas dipengaruhi oleh dua faktor utama: sentimen pasar dan event Bitcoin Halving. Studi oleh [11] menunjukkan bahwa lonjakan sentimen negatif setelah peristiwa besar menyebabkan peningkatan volatilitas yang signifikan. Selain itu, penelitian oleh [29] membuktikan bahwa pendekatan hybrid menggunakan data sentimen dapat memprediksi lonjakan volatilitas secara lebih akurat dibandingkan indikator teknikal konvensional.

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan metode *event study* nonparametrik untuk menganalisis pengaruh sentimen pasar dan peristiwa Bitcoin Halving 2024 terhadap return dan volatilitas aset kripto. Fokus utama penelitian adalah mengidentifikasi signifikansi perbedaan kinerja aset kripto sebelum dan sesudah peristiwa *halving*, baik dari sisi *return* maupun volatilitas, serta memvalidasi sensitivitas aset terhadap sentimen pasar menggunakan pemodelan prediktif.

Subjek dan Data Penelitian

Objek penelitian terdiri dari 23 aset kripto teratas berdasarkan kapitalisasi pasar, termasuk Bitcoin sebagai aset benchmark. Pengumpulan dan pemrosesan data menggunakan *tools* berbasis bahasa *python* dari Google Colab Notebook. Data harga dan volume perdagangan harian diperoleh dari *Yahoo Finance*, dengan rentang waktu observasi dari 1 Januari hingga 29 April 2024. Sementara itu, data sentimen publik dikumpulkan dari media sosial Twitter melalui proses *scraping* berbasis Node.js, dengan periode pengumpulan data dari 29 Agustus 2023 hingga 9 Maret 2024. Aset Bitcoin memiliki peran khusus sebagai indikator pasar agregat dan digunakan sebagai basis perbandingan (market benchmark) dalam pengukuran *cumulative abnormal return* (CAR) serta acuan *market return*.

Pemrosesan Data Sentimen

Data mentah dari Twitter diproses melalui beberapa tahapan *text preprocessing*, yang mencakup pembersihan teks (menghapus URL, angka, tanda baca, dan mention), tokenisasi, lemmatisasi, penghapusan *stopwords*, serta normalisasi. Fitur sentimen diperoleh dari kombinasi skor VADER, TextBlob, serta nilai *word embeddings* dari *word2vec* (Google News 300-dimension) dan TF-IDF. Kemudian, skor sentimen diklasifikasikan menjadi tiga kategori: positif, negatif, dan netral.

Definisi dan Perhitungan Variabel

Penelitian ini menggunakan dua variabel independen dan dua variabel dependen yang saling berkaitan. Variabel Sentimen Pasar ini direpresentasikan oleh skor numerik hasil ekstraksi data dari media sosial Twitter, menggunakan tiga pendekatan: *VADER Sentiment Score*, *TextBlob Polarity*, dan skor berbasis *Word Embedding (word2vec)*. Nilai sentimen dihitung secara harian dan mencerminkan persepsi publik terhadap aset kripto tertentu. Skor ini digunakan sebagai input dalam pemodelan prediksi return dan volatilitas. Variabel Event Bitcoin Halving ini bersifat *dummy*, yaitu peristiwa yang terjadi secara eksogen pada tanggal 19 April 2024. Periode observasi dibagi menjadi tiga segmen waktu, yaitu *pre-event* (hingga 20 Maret 2024), *post-event* (mulai 19 Mei 2024), serta *event window* ± 7 hari di sekitar tanggal halving yang dikecualikan dari analisis untuk menghindari bias volatilitas ekstrem. Return Aset Kripto diukur melalui dua pendekatan: (1) *Cumulative Abnormal Return (CAR)* per aset, dihitung berdasarkan model *market-adjusted*, dengan Bitcoin sebagai proksi return pasar. (2) *Market Return* Bitcoin, dihitung dari log return harian

berdasarkan data harga aktual. Kedua jenis *return* ini digunakan untuk mengukur pengaruh sentimen dan event terhadap performa pasar. Volatilitas Aset Kripto diukur menggunakan standar deviasi *rolling* 30-harian dari *log return* untuk masing-masing aset, termasuk Bitcoin. Untuk Bitcoin, juga dihitung *calculated volatility* sebagai acuan perbandingan distribusi sebelum dan sesudah *event*. Volatilitas ini merepresentasikan tingkat fluktuasi harga sebagai refleksi dari respons pasar terhadap perubahan informasi dan sentimen.

Uji Wilcoxon Signed-Rank

Uji Statistik yang digunakan untuk *return* adalah: (1) Random Forest Regressor, diterapkan untuk memprediksi *Cummulative Abnormal Return* (CAR) per aset, (2) Linear Regression, diterapkan untuk memprediksi market return Bitcoin. Kedua model dilatih menggunakan data *pre-event* dan diuji pada data *post-event*. Evaluasi model dilakukan dengan menghitung Mean Squared Error (MSE) dan dilanjutkan dengan Uji Wilcoxon Signed-Rank untuk menguji perbedaan distribusi antara nilai prediksi dan aktual pada periode *post-event*. Wilcoxon digunakan karena sifat data keuangan yang cenderung *non-normal*, serta untuk mengevaluasi apakah model berbasis sentimen pra-event masih relevan pasca-event.

Uji Kruskal Wallis

Untuk menguji pengaruh *event* terhadap volatilitas, digunakan Uji Kruskal-Wallis H yang membandingkan distribusi volatilitas antara periode sebelum dan sesudah event. Uji dilakukan pada 23 aset kripto dan Bitcoin. Volatilitas dihitung berdasarkan *rolling standard deviation* 30 hari dari *log return*. Sebagai langkah *robustness check*, uji dilakukan kembali dengan berbagai panjang jendela waktu (15, 30, 45, dan 60 hari) untuk melihat stabilitas pengaruh *event* terhadap volatilitas. Interpretasi hasil uji dilakukan dengan melihat p-value dan arah distribusi (mean pre vs post), serta dikaitkan dengan profil reaktivitas aset terhadap perubahan sentimen pasar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek dan Data Penelitian

Table 1 Result View Data Research

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>

Sumber: View Data Research

Penelitian ini menganalisis 23 aset kripto teratas berdasarkan kapitalisasi pasar, dengan rentang waktu observasi dari 1 Januari hingga 29 April 2024. Aset Bitcoin memiliki peran strategis sebagai *benchmark* pasar, karena dominasi kapitalisasi dan pengaruhnya yang luas terhadap dinamika aset kripto lainnya, sebagaimana dijelaskan dalam studi [47], [48]. Bitcoin digunakan sebagai acuan dalam perhitungan Cumulative Abnormal Return (CAR) dan estimasi volatilitas relatif terhadap peristiwa halving. Pemilihan 23 aset dilakukan untuk mewakili keragaman dalam volatilitas, likuiditas, dan eksposur terhadap sentimen pasar—dengan mempertimbangkan proporsi kapitalisasi dan *volume* transaksi harian. Sumber data harga diambil dari Yahoo Finance, sementara data sentimen dikumpulkan dari media sosial Twitter melalui scraping otomatis, mengingat platform ini telah terbukti sebagai sumber utama ekspresi opini pasar dalam berbagai studi NLP dan analisis kripto [14], [49]. Komposisi ini dirancang untuk memastikan bahwa sampel aset mencerminkan kondisi pasar secara representatif di sekitar peristiwa Bitcoin Halving 2024.

Hasil Pemrosesan Data Sentimen

Pemrosesan Data Sentimen (*preprocecssing*) dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu *cleaning*, *tokenization*, *lemmatization*, *vector embedding*, serta perhitungan skor sentimen menggunakan TF-IDF, VADER, dan TextBlob, sebelum akhirnya diklasifikasikan ke dalam label sentimen: *Positive*, *Neutral*, dan *Negative*. Hasil Pemrosesan Data Sentimen, disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Result Preprocessing Data Sentiment

Teks	Cleaning	Tokenization	Lemmatization	Embed ding	TF-IDF	VADER Score	Text Blob Score	Sentiment Labelling
"Bitcoin is definitely	bitcoin definitely	['bitcoin', 'definitely',	['bitcoin', 'definitely',	0.427	0.534	0.91	0.65	Positive

going to surge next week!"	going surge next week	'going', ...]	'go', 'surge', 'next', 'week']					
"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

Sumber: Result Preprocessing Data-Google Colab Notebook

Berdasarkan Tabel 2 yang telah disajikan, sebagai contoh, pada teks “Bitcoin is definitely going to surge next week!”, tahapan pembersihan (*cleaning*) menghasilkan kalimat yang lebih ringkas: “*bitcoin definitely going surge next week*”. Selanjutnya, proses tokenisasi memecah kalimat menjadi daftar kata, lalu diikuti oleh *lemmatization* yang mengembalikan setiap kata ke bentuk dasarnya, seperti “going” menjadi “go”, dan “surge” tetap sebagai kata kerja utama. Setelah tahap representasi vektor dilakukan, skor TF-IDF untuk kalimat ini adalah 0.427, yang menunjukkan bobot kata-kata unik dalam konteks korpus. Sementara itu, skor sentimen berbasis leksikal dari VADER mencapai 0.91 dan TextBlob sebesar 0.65—keduanya mengindikasikan sentimen positif yang kuat. Berdasarkan ambang batas klasifikasi yang ditentukan, teks ini kemudian diberi label *Positive*. Sebaliknya, pada kalimat seperti “Crypto is crashing again! This is getting worse every week!”, proses lemmatization menghasilkan daftar kata seperti: [*crypto, crash, get, worse, every, week*]. Skor TF-IDF relatif lebih rendah (0.162), sementara skor VADER (-0.65) dan TextBlob (-0.48) secara konsisten menunjukkan nuansa negatif yang kuat. Dengan demikian, kalimat ini diklasifikasikan sebagai *Negative*. Kalimat netral, seperti “BTC price remains flat—maybe the market is waiting”, memperlihatkan skor sentimen yang mendekati nol, baik pada VADER (0.05) maupun TextBlob (0.02), serta bobot TF-IDF yang lebih rendah (0.201). Hal ini menunjukkan bahwa teks tersebut tidak memiliki muatan emosi yang cukup kuat untuk dikategorikan sebagai positif maupun negatif, sehingga diberi label *Neutral*. Secara umum, penggunaan kombinasi metode leksikal (seperti VADER dan TextBlob) dan statistik (seperti TF-IDF) dalam analisis sentimen telah menjadi pendekatan yang lazim dalam studi pasar aset digital. Studi oleh [49] dalam *LSTM-Based Sentiment Analysis for Cryptocurrency Prediction* menggunakan pipeline serupa—mulai dari pembersihan teks, tokenisasi, lemmatization, hingga perhitungan skor sentimen—untuk mengevaluasi pengaruh emosi investor terhadap pergerakan harga kripto secara statistik dan prediktif. Selain itu, studi oleh [14] menunjukkan bahwa skor sentimen dari media sosial seperti Twitter, jika diolah dengan metode NLP yang tepat, mampu menangkap fluktuasi pasar secara real-time. Dengan demikian, penerapan gabungan metode ini dalam penelitian ini tidak hanya relevan secara teknis, tetapi juga didukung oleh praktik empiris yang telah digunakan dalam riset terdahulu. Hasil ini menjadi fondasi bagi pembentukan variabel sentimen sebagai input utama dalam pengujian hubungan dengan return dan volatilitas aset kripto.

Hasil Definisi dan Perhitungan Variabel

Tabel 3 Result Definition Calculation Variables

Date	Sentiment 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	—	<i>Observation post-event</i>	—	—	—
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

Sumber: Definition & Calculation of Variables-Google Colab Notebook

Hasil ini menyajikan perhitungan dan karakteristik utama dari seluruh variabel penelitian. Sentimen pasar dihitung sebagai skor numerik harian berbasis gabungan metode VADER dan TextBlob pada data Twitter, dengan nilai berkisar dari -1 hingga 1. Pendekatan ini digunakan karena terbukti efektif dalam menangkap nuansa emosi investor pada pasar kripto yang fluktuatif, sebagaimana diterapkan dalam penelitian oleh [38], juga studi oleh [50], MDPI (*LLMs and NLP Models in Cryptocurrency Sentiment Analysis*, 2024) yang menerapkan *pipeline* NLP berbasis Python di Google Colab untuk menganalisis sentimen terkait kripto. Variabel Event Bitcoin Halving direpresentasikan sebagai *dummy* (0 = sebelum, 1 = sesudah), dengan titik acuan pada 19 April 2024, sejalan dengan pendekatan umum dalam *event study* seperti pada [48]. Kemudian, *return* aset kripto diukur menggunakan Cumulative Abnormal Return (CAR) berdasarkan model *market-adjusted*, sementara *return* pasar dihitung dari *log return* harian Bitcoin. Volatilitas dihitung sebagai rolling standard deviation 30-hari dari *log return* masing-masing aset, sebagaimana juga digunakan dalam studi oleh [51] untuk mendeteksi dinamika volatilitas jangka pendek. Hasil pengujian nilai variabel menunjukkan bahwa perubahan signifikan terjadi pada *return* dan volatilitas seiring dinamika sentimen dan peristiwa *halving*, memperjelas validitas konstruksi variabel dalam penelitian ini serta relevansinya terhadap perubahan kondisi pasar kripto secara empiris.

Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank

Dalam Uji Wilcoxon Signed Rank ini, digunakan dua pendekatan regresi untuk memodelkan *return* pada periode pra-event sebagai dasar pengujian pengaruh sentimen dan *event* terhadap *return* aset kripto melalui Uji Wilcoxon. Model *Linear Regression* digunakan untuk Bitcoin, mengingat karakteristiknya yang lebih stabil dan dominan di pasar kripto, sehingga hubungan antara sentimen dan *return* cenderung linier [52]. Sementara itu, untuk *altcoins* (Aset Kripto selain Bitcoin) digunakan model *Random Forest Regressor* karena aset-aset ini memiliki volatilitas yang lebih tinggi dan menunjukkan pola hubungan yang kompleks dan non-linier antara sentimen dan *return* [53]. Pemilihan model ini bertujuan menghasilkan prediksi *return* pra-event yang lebih akurat dan representatif, sehingga perbandingan dengan *return* aktual *pasca-event* dapat mencerminkan secara lebih tepat pengaruh variabel sentimen dan *event* pasar.

Table 4 Wilcoxon Signed Rank Test – MSE Model Random Forest Regressor

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

Sumber: Wilcoxon Signed Rank Test-Mean Square Error-Google Colab Notebook

Hasil evaluasi model pada sebagian besar aset, menunjukkan bahwa nilai MSE meningkat secara substansial pada periode *pasca-event*, yang mengindikasikan adanya pergeseran pola *return* yang tidak dapat dijelaskan oleh data historis sebelum *event*. Kenaikan MSE ini menandakan bahwa model kehilangan akurasi akibat perubahan struktural di pasar. Misalnya, aset seperti AVAX dengan nilai MSE *Valid Set* = 0.2421 dan MSE *Post-Event* = 5.6703, ORDI dengan nilai MSE *Valid Set* = 0.2214 dan MSE *Post-Event* = 5.6568, ADA dengan nilai nilai MSE *Valid Set* = 0.1184 dan MSE *Post-Event* = 5.6187, menunjukkan lonjakan MSE *pasca-event* hingga dua kali lipat dibandingkan validasi set, memperkuat ada-nya pengaruh sentimen atau faktor fundamental *pasca-halving* yang memicu ketidakstabilan prediktif.

Tabel 5 Wilcoxon Signed Rank – Return Assets Crypto Stat

Assets	Wilcoxon Stat	P-Value	Validitas
SUI	2003.0	0.8579	Tidak Signifikan
XRP	1682.0	0.1403	Tidak Signifikan
FET	7.0	0.0	Signifikan Berbeda
DOGE	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
STX	345.0	0.0	Signifikan Berbeda
NEAR	130.0	0.0	Signifikan Berbeda
SHIB	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
BCH	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
USDT	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
TON	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
ETH	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
MATIC	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
OM	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
SOLX	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
DOT	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
BNB	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
LTC	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
OP	0.0	0.0	Signifikan Berbeda

LINK	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
SOL	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
ADA	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
ORDI	0.0	0.0	Signifikan Berbeda
AVAX	0.0	0.0	Signifikan Berbeda

Sumber: Wilcoxon Signed Rank Test-Random Forest Regressor-Return Assets Crypto-Google Colab Notebook

Hasil uji statistik dengan Wilcoxon Signed-Rank ditunjukkan dalam kolom tabel “*p-value*” dan “validitas”. Hasilnya, mayoritas aset (sebanyak 21 dari 23) menunjukkan *p-value* < 0.05, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara prediksi dan aktual *return pasca-event*. Sementara itu, aset seperti SUI dan XRP menunjukkan hasil tidak signifikan, yang mengindikasikan bahwa pada aset tersebut, prediksi model masih konsisten dengan data aktual *pasca-event*. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan tingkat signifikansi 5% (*p-value* < 0.05), pada sebagian besar aset kripto yang telah di uji menggunakan Wilcoxon Signed-Rank dengan model regresi *Random Forest* menunjukkan bahwa Sentimen Pasar dan Event Bitcoin Halving berpengaruh signifikan terhadap *Return Aset Kripto*, sebelum dan sesudah Event Bitcoin Halving 2024. Hasil tersebut sejalan dengan *Applied Nonparametric Statistical Methods 5th* oleh [54], yang menyatakan bahwa Uji Wilcoxon digunakan untuk menguji perbedaan dua kondisi berpasangan dalam konteks distribusi data non-normal serta dapat digunakan untuk mendeteksi apakah terjadi perubahan signifikan pada distribusi *return* aset sebelum dan sesudah Event Bitcoin Halving atau fluktuasi sentimen pasar. Metode ini bersifat *robust* terhadap outlier dan distribusi data yang tidak simetris, sehingga menjadi pilihan yang sah dalam analisis pasar kripto yang volatil. Hasil pengujian yang telah dihasilkan semakin diperkuat berdasarkan studi oleh [38], bahwa metode ini telah digunakan secara luas dalam konteks pasar aset digital untuk menguji pengaruh dari perubahan atau karakteristik data tertentu.

Table 6 Wilcoxon Signed Rank Test – Linear Regression

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

Sumber: Wilcoxon Signed Rank Test- Return Asset Bitcoin-Google Colab Notebook

Demikian pula dengan hasil evaluasi model *Linear Regression* pada aset Bitcoin, yang menunjukkan bahwa nilai *Mean Squared Error* (MSE) menurun dari 1.3736 pada periode validasi menjadi 0.9067 pada periode pasca-event. Meskipun secara numerik terjadi peningkatan akurasi model, hasil uji Wilcoxon Signed-Rank mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *return* aktual dan prediksi model setelah event, dengan nilai statistik sebesar 110.0000 dan *p-value* 0.0058 ($p < 0.05$). Penurunan rata-rata prediksi *return* dari 0.1616 menjadi 0.0732 pada periode pasca-event turut mendukung temuan ini, dan mengindikasikan bahwa model regresi linier tidak sepenuhnya mampu menangkap perubahan struktural akibat sentimen pasar dan dinamika Event Bitcoin Halving. Hal ini memperkuat bahwa *event* pasar dan sentimen yang menyertainya memiliki pengaruh signifikan terhadap *return* Bitcoin, sebagaimana dijelaskan dalam *Applied Nonparametric Statistical Methods 5th* oleh [54], di mana Wilcoxon Signed-Rank dapat digunakan untuk mendeteksi efek intervensi dalam dua kondisi waktu yang berpasangan. Dengan demikian, konsistensi hasil signifikan dari model regresi berbeda menunjukkan bahwa pengaruh variabel sentimen dan *event* terhadap *return* Bitcoin tidak bergantung pada model prediksi tertentu, melainkan merupakan respons pasar yang dapat dibuktikan secara statistik.

Hasil Uji Kruskal Wallis

Dalam penelitian ini, pengaruh Sentimen Pasar dan Event Bitcoin Halving 2024 terhadap volatilitas harian aset kripto dianalisis menggunakan Uji Kruskal Wallis, sebuah metode non-parametrik yang sesuai untuk membandingkan distribusi volatilitas sebelum dan sesudah *event* tanpa mengasumsikan distribusi data normal [55]. Volatilitas dihitung menggunakan *rolling standard deviation*.

Table 7 Kruskal Wallis Test – Volatillity Crypto Assets

Aset	Mean Valid	Mean Post-Event	Kruskal Stat	P-value	Validitas	Arah Pengaruh
SUI	-0.8749	0.8753	179.9123	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
DOT	-0.9299	0.9275	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
OP	-0.9093	0.9096	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
OM	-0.8858	0.8831	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
NEAR	-0.9055	0.9036	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
MATIC	-0.9381	0.9354	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
FET	-0.8771	0.8754	179.2531	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
DOGE	-0.9007	0.8985	179.2033	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
BNB	-0.8560	0.8539	178.1593	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
ETH	-0.8990	0.8974	178.0105	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
ADA	-0.9116	0.9097	177.2669	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
AVAX	-0.8723	0.8681	168.0802	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
LTC	-0.7865	0.7843	167.8741	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
BCH	-0.8151	0.8098	156.4395	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
USDT	-0.8028	0.8051	148.6208	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
SOLX	-0.6380	0.6467	94.0324	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
SOL	-0.5866	0.5792	71.0201	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif

Aset	Mean Valid	Mean Post-Event	Kruskal Stat	P-value	Validitas	Arah Pengaruh
STX	0.7490	-0.7402	63.9053	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Negatif
LINK	-0.4456	0.4406	43.3075	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
SHIB	-0.5627	0.5555	41.6450	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Positif
XRP	0.5239	-0.5166	22.8919	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Negatif
TON	0.2996	-0.3120	21.7672	0.0000	Signifikan berbeda	Signifikan Negatif
BTC (Calculated)	1.0336	0.9343	5.5957	0.0180	Signifikan berbeda	Signifikan Negatif
ORDI	0.2760	-0.2766	1.0904	0.2964	Tidak signifikan	Tidak Signifikan

Sumber: Kruskal Wallis Test- Volatility Assets Crypto-Google Colab Notebook

Hasil uji menunjukkan bahwa 22 dari 23 aset kripto menghasilkan nilai $p\text{-value} < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan distribusi volatilitas yang signifikan secara statistik. Berdasarkan pola perubahannya, mayoritas aset menunjukkan signifikansi bersifat positif, mengindikasikan peningkatan volatilitas *pasca-event*. Aset seperti DOT, ETH, MATIC, NEAR, dan ADA menunjukkan konsistensi peningkatan volatilitas yang signifikan setelah event. Aset Bitcoin juga menunjukkan hasil signifikan dengan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0.0180, menandakan adanya perubahan distribusi volatilitas secara statistik. Sebaliknya, hanya aset ORDI yang menunjukkan hasil tidak signifikan ($p\text{-value}$ 0.2964), menunjukkan bahwa volatilitasnya relatif stabil dan tidak berpengaruh signifikan oleh *event*. Berdasarkan hasil yang telah disajikan, Sentimen Pasar dan Event Bitcoin Halving berpengaruh signifikan terhadap volatilitas aset kripto (sebelum dan sesudah Event Bitcoin Halving 2024), terkecuali aset ORDI. Temuan ini sejalan dengan studi oleh [38], yang menggunakan Kruskal–Wallis untuk mendeteksi pengaruh model *stablecoin* terhadap volatilitas harga, menunjukkan bahwa perbedaan distribusi antar kondisi dapat mencerminkan pengaruh struktural variabel pasar terhadap karakteristik pasar. Selain itu, studi oleh [47] menunjukkan bahwa pengaruh kalender (*calendar*) yang mengacu pada pola atau anomali musiman dalam *market financial* terhadap volatilitas aset kripto dalam seminggu atau bulan dalam setahun, dapat diketahui dengan Kruskal–Wallis, bahkan dalam kondisi distribusi data yang tidak normal. Hasil uji dalam penelitian ini juga sejalan dengan sebagaimana dijelaskan dalam *Applied Nonparametric Statistical Methods 5th* oleh [54] untuk mendeteksi perbedaan distribusi volatilitas antar kelompok waktu berbeda dan relevan untuk digunakan dalam kondisi data tidak terdistribusi dengan normal dan lebih dari dua kelompok perbandingan, dalam konteks pasar kripto yang sangat fluktuatif, Kruskal–Wallis menjadi metode yang relevan untuk menguji pengaruh event seperti Bitcoin Halving dan sentimen pasar terhadap dinamika volatilitas aset, uji ini juga mampu mempertahankan validitas meskipun terdapat heteroskedastisitas atau ketidakseimbangan ukuran sampel antar kelompok waktu. Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa sentimen dan *event* pasar berpengaruh terhadap volatilitas aset kriptografi.

Table 8 Kruskal Wallis Test – Uji Robustness (Event Window)

Aset	Ukuran Jendela (Hari) 15	Ukuran Jendela (Hari) 30	Ukuran Jendela (Hari) 45	Ukuran Jendela (Hari) 60
ADA	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)

Aset	Ukuran Jendela (Hari) 15	Ukuran Jendela (Hari) 30	Ukuran Jendela (Hari) 45	Ukuran Jendela (Hari) 60
AVAX	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
BCH	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
BNB	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
BTC (Calculated)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.4688 (Tidak signifikan)	0.0016 (Signifikan berbeda)	0.9200 (Tidak signifikan)
DOGE	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
DOT	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
ETH	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
FET	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
LINK	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.2742 (Tidak signifikan)	0.4311 (Tidak signifikan)
LTC	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
MATIC	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
NEAR	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
OM	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
OP	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
ORDI	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0022 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
SHIB	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
SOL	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0056 (Signifikan berbeda)
SOLX	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)

Aset	Ukuran Jendela (Hari) 15	Ukuran Jendela (Hari) 30	Ukuran Jendela (Hari) 45	Ukuran Jendela (Hari) 60
STX	0.1198 (Tidak signifikan)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
SUI	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
TON	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0760 (Tidak signifikan)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
USDT	0.3507 (Tidak signifikan)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)
XRP	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0266 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)	0.0000 (Signifikan berbeda)

Sumber: Kruskal Wallis Test- Robustness Test-Google Colab Notebook

Hasil Uji Robustness menunjukkan bahwa sebagian besar aset tetap mempertahankan signifikansi pada semua ukuran jendela. Misalnya, AVAX, ADA, FET, dan DOGE secara konsisten menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$ di keempat jendela waktu, yang mengindikasikan bahwa perubahan volatilitas pada aset-aset tersebut bersifat robust terhadap panjang periode analisis. Uji ketahanan terhadap jendela waktu ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa signifikansi yang ditemukan bukan akibat dari pemilihan horizon waktu secara arbitrer, sebagaimana juga ditekankan dalam pendekatan *event study* oleh [48], yang menunjukkan bahwa reaksi pasar terhadap regulasi kripto bersifat dinamis dan bergantung pada horizon waktu observasi. Namun, hasil untuk Bitcoin (BTC) memperlihatkan ketidakonsistenan yang mencolok, di mana $p\text{-value}$ mengalami perubahan atau tidak konsisten, bergantung pada panjang jendela waktu yang digunakan: signifikan pada jendela 15 dan 45 hari, tetapi tidak signifikan pada jendela 30 dan 60 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh event terhadap volatilitas BTC mungkin bersifat jangka pendek atau lebih kompleks dibandingkan aset lain. Aset lain seperti LINK, STX, TON, USDT, dan ORDI juga menunjukkan ketidakstabilan signifikansi lintas jendela waktu yang berbeda, yang dapat mencerminkan sensitivitas masing-masing aset terhadap eksposur sentimen dan dinamika struktural yang berbeda.

PEMBAHASAN

Sentimen Pasar Berpengaruh terhadap Return Aset Kripto

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank menunjukkan bahwa sentimen pasar berpengaruh signifikan terhadap *return* aset kripto. Model prediksi yang dibangun berdasarkan data sentimen *pra-event* tidak lagi mampu secara akurat memproyeksikan *return pasca-event*, sebagaimana tercermin dari hasil uji Wilcoxon yang signifikan pada sebagian besar aset. Hal ini menegaskan bahwa perubahan sentimen kolektif, khususnya yang tercermin di media sosial, dapat memicu deviasi harga aktual dari tren historisnya. Sentimen positif mendorong ekspektasi kenaikan harga, sementara sentimen negatif menciptakan tekanan jual meskipun tanpa adanya perubahan fundamental. Dengan demikian, *return* aset kripto sangat sensitif terhadap narasi publik dan persepsi pasar yang berkembang secara dinamis. Temuan ini sejalan dengan penelitian [16], yang menunjukkan bahwa aktivitas sosial digital mampu memengaruhi ekspektasi investasi aset kripto secara langsung. Hasil serupa juga ditemukan oleh [13], yang menyimpulkan bahwa ekspektasi berbasis sentimen kolektif memainkan peran lebih besar dibandingkan indikator fundamental dalam membentuk harga aset kripto..

Event Bitcoin Halving Berpengaruh terhadap Return Aset Kripto

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Rank menunjukkan bahwa Event Bitcoin Halving yang terjadi pada tahun 2024 berpengaruh signifikan terhadap *return* Aset Kripto. Analisis menunjukkan bahwa pola *return* aktual *pasca-halving* berbeda secara signifikan dari prediksi model berbasis data *pra-event*. Hal ini mengindikasikan bahwa *event halving* tidak hanya berpengaruh dari sisi penawaran Bitcoin saja, akan tetapi juga berperan sebagai faktor psikologis dari adanya *signal* terhadap investor, yang memicu reaksi pasar yang lebih luas. Pengaruh domino dari *halving* terlihat tidak hanya pada BTC, tetapi juga pada aset-aset lain yang mengalami *return abnormal* yang tidak dapat dijelaskan oleh model tradisional pada umumnya. Artinya, *halving* berfungsi sebagai *shock* struktural yang mengganggu keseimbangan harga jangka pendek di pasar kripto. Studi oleh [3] menguatkan temuan ini melalui analisis empiris lintas-*halving* yang menemukan pola volatilitas *return abnormal* secara konsisten setelah atau kondisi dimana pasar

mengalami fluktuasi, di setiap *event halving* (sebelum atau sesudah) dan bisa terjadi kapan saja. Demikian pula, studi oleh [56] mencatat bahwa meskipun pengaruh *halving* terhadap harga jangka panjang bisa memudar, pengaruh-nya terhadap *return* jangka pendek tetap signifikan dan sering kali bersifat spekulatif.

Sentimen Pasar Berpengaruh terhadap Volatilitas Aset Kripto

Berdasarkan hasil dari pengujian Sentimen Pasar berpengaruh signifikan terhadap Volatilitas aset Kripto. Sentimen pasar tidak hanya memengaruhi arah harga, tetapi juga berperan penting dalam membentuk volatilitas aset kripto. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa fluktuasi volatilitas harian mengalami perubahan signifikan di sekitar *event*, sejalan dengan dinamika sentimen yang berkembang. Ketika sentimen pasar memburuk, pasar merespons dengan ketidakpastian yang lebih tinggi, menciptakan lonjakan volatilitas. Aset dengan eksposur tinggi terhadap opini publik cenderung menunjukkan sensitivitas volatilitas yang lebih besar. Artinya, sentimen negatif tidak hanya menekan harga tetapi juga memperbesar risiko pasar. Temuan ini konsisten dengan penelitian [11], yang menekankan peran sentimen dalam memicu *herding behavior* atau FOMO terhadap saham/aset yang mengalami kenaikan akibat *trend* yang diciptakan oleh masyarakat/para investor itu sendiri, selama periode tekanan pasar. [40] juga menemukan bahwa sentimen sosial media berpengaruh lebih besar terhadap volatilitas daripada terhadap *return*, terutama pada aset dengan volume transaksi tinggi.

Event Bitcoin Halving Berpengaruh terhadap Volatilitas Aset Kripto

Berdasarkan hasil pengujian Event Bitcoin Halving berpengaruh signifikan terhadap Volatilitas aset Kripto. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa mayoritas aset mengalami peningkatan volatilitas *pasca-event*, yang mengindikasikan bahwa halving memicu ketidakpastian dan respons pasar yang lebih ekstrem. Meskipun pengaruh-nya konsisten di sebagian besar aset, Bitcoin justru menunjukkan respons yang kurang *robust*, tergantung pada panjang jendela waktu analisis. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh *halving* terhadap volatilitas mungkin bersifat jangka pendek atau dibayangi oleh faktor eksternal lain. Hasil ini sejalan dengan temuan [57], yang menunjukkan bahwa bias perilaku investor memperbesar respons volatilitas terhadap peristiwa besar. Penelitian oleh [38] juga menyoroti bahwa desain struktural aset (termasuk stabilitas pasokan dan ekspektasi komunitas) memainkan peran penting dalam menentukan respon volatilitas terhadap perubahan fundamental seperti *halving*.

V. SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sentimen pasar dan peristiwa Bitcoin Halving 2024 memiliki pengaruh signifikan terhadap *return* dan volatilitas aset kripto, baik secara individu maupun agregat. Pengujian menggunakan metode nonparametrik Wilcoxon Signed-Rank dan Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa model prediktif berbasis data sentimen dapat menangkap dinamika pasar dengan validitas statistik yang kuat.

Uji Wilcoxon terhadap *return* kumulatif abnormal (CAR) per aset menunjukkan bahwa mayoritas aset kripto mengalami perubahan signifikan dalam *return* sebelum dan sesudah *event*, mengindikasikan sensitivitas terhadap sentimen pasar. Hasil serupa ditemukan pada aset Bitcoin sebagai benchmark pasar, menunjukkan pengaruh negatif sentimen selama *event*. Sementara itu, uji Kruskal-Wallis terhadap distribusi volatilitas menunjukkan bahwa sebagian besar aset mengalami lonjakan volatilitas *pasca-event*, termasuk Bitcoin. Hal ini memperkuat temuan bahwa peristiwa Halving bukan hanya peristiwa teknis, tetapi juga berfungsi sebagai katalis volatilitas yang diperkuat oleh ekspektasi pasar dan sentimen kolektif.

Namun, temuan juga menunjukkan adanya heterogenitas respons antar aset terhadap *event* dan sentimen. Beberapa aset, seperti Bitcoin, menunjukkan hasil volatilitas yang tidak konsisten secara statistik di berbagai jendela waktu pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh *event halving* tidak bersifat universal, melainkan sangat tergantung pada karakteristik masing-masing aset, seperti likuiditas, eksposur media, dan struktur investor. Oleh karena itu, strategi evaluasi risiko berbasis *event* dan sentimen perlu mempertimbangkan dinamika individual antar aset, bukan hanya pendekatan agregat pasar.

Model yang dibangun juga berhasil memetakan aset-aset yang valid secara statistik terhadap pengaruh sentimen, seperti ETH, FET, dan STX. Aset ini memiliki potensi tinggi dalam strategi investasi berbasis perilaku pasar. Sebaliknya, aset yang tidak signifikan secara statistik (seperti SUI dan ORDI) lebih cocok untuk pendekatan konservatif. Berdasarkan hasil temuan tersebut, maka keempat rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijawab secara komprehensif sebagai berikut:

1. Sentimen pasar terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *return* aset kripto, baik sebelum maupun sesudah peristiwa Bitcoin Halving 2024.
2. Peristiwa Bitcoin Halving 2024 memberikan pengaruh signifikan terhadap *return* aset kripto, termasuk Bitcoin yang berperan sebagai indikator pasar agregat.
3. Sentimen pasar memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat volatilitas aset kripto pada periode sebelum dan sesudah peristiwa Halving.

4. Volatilitas aset kripto, termasuk aset Bitcoin, mengalami peningkatan yang signifikan setelah terjadinya peristiwa Bitcoin Halving 2024, menunjukkan adanya respons pasar yang bersifat sistemik terhadap event tersebut.

Berdasarkan hasil temuan dan simpulan yang telah diuraikan, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan guna mendorong pengembangan kajian lebih lanjut di bidang ini. Pertama, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pendekatan validasi sentimen berbasis data sosial dan metode statistik nonparametrik, yang dapat dijadikan landasan awal dalam merancang sistem evaluasi performa aset kripto secara lebih adaptif terhadap dinamika pasar. Kedua, untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar integrasi model prediksi diperluas melalui pemanfaatan algoritma pembelajaran mesin secara *real-time*, guna meningkatkan ketepatan estimasi terhadap *return* maupun volatilitas aset digital, khususnya di tengah peristiwa yang bersifat sistemik seperti Event Bitcoin Halving. Ketiga, perluasan objek kajian ke aset-aset *non-top tier* serta *stablecoin* diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh terhadap pengaruh sentimen pasar di berbagai kategori aset kripto, yang selama ini masih kurang terwakili dalam literatur. Keempat, penting untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh regulasi dan kebijakan makro terhadap dinamika sentimen dan perilaku investor, guna memahami sejauh mana intervensi eksternal turut membentuk volatilitas dan ekspektasi di pasar aset digital yang semakin terintegrasi dengan sistem keuangan global.

REFERENSI

- [1] Anne Haubo Dyhrberg, "Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold?," <https://www.sciencedirect.com/journal/finance-research-letters>, vol. 16, hlm. 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, hlm. 80–82, Nov 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.019>.
- [3] J. Fabus, I. Kremenova, N. Stalmasekova, dan 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, hlm. 229, Mei 2024, doi: 10.3390/jrfm17060229.
- [4] A. Meynkhard, "Fair market value of bitcoin: halving effect," *Investment Management and Financial Innovations*, vol. 16, no. 4, hlm. 72–85, Nov 2019, doi: 10.21511/imfi.16(4).2019.07.
- [5] V. Virtonen, "Estimating the Impact of the Bitcoin Halving on Its Price Using Synthetic Control".
- [6] Vladislav Virtonen, "Bitcoin Halving: Did It Pump the Price? This Study Says Yes," *Zerion Blog*. Diakses: 20 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://zerion.io/blog/bitcoin-halving-did-it-pump-the-price-this-study-says-yes/>
- [7] blockchain.news, "Post-Halving Crypto Market Sentiment: Mixed Reactions Among Investors." Diakses: 20 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://blockchain.news/news/post-halving-crypto-market-sentiment-mixed-reactions>
- [8] "Cambridge Digital Mining Industry Report: Global Operations, Sentiment, and Energy Use - CCAF publications," Cambridge Judge Business School. Diakses: 20 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/cambridge-digital-mining-industry-report/>
- [9] Anamika, Madhumita Chakraborty, dan Sowmya Subramaniam, "Does Sentiment Impact Cryptocurrency?," <https://ideas.repec.org/s/taf/hbhfxx.html>, vol. 24(2), hlm. 202–218, Apr 2023, doi: DOI: 10.1080/15427560.2021.1950723.
- [10] T. Liu dkk., "The Role of Transformer Models in Advancing Blockchain Technology: A Systematic Survey," 5 September 2024, *arXiv: arXiv:2409.02139*. doi: 10.48550/arXiv.2409.02139.
- [11] M. Cary, "Herding and investor sentiment after the cryptocurrency crash: evidence from Twitter and natural language processing," *Financ Innov*, vol. 10, no. 1, hlm. 142, Sep 2024, doi: 10.1186/s40854-024-00663-x.
- [12] V. Gurgul, S. Lessmann, dan W. K. Härdle, "Deep Learning and NLP in Cryptocurrency Forecasting: Integrating Financial, Blockchain, and Social Media Data," 25 Oktober 2024, *arXiv: arXiv:2311.14759*. doi: 10.48550/arXiv.2311.14759.
- [13] E. Öget, "The Effect of Positive and Negative Events on Cryptocurrency Prices," *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, vol. 7, no. 1, hlm. 16–31, Mar 2022, doi: 10.30784/epfad.1011204.
- [14] A. Raheman, A. Kolonin, I. Fridkins, I. Ansari, dan M. Vishwas, "Social Media Sentiment Analysis for Cryptocurrency Market Prediction".
- [15] H. Moradi-Kamali, M.-H. Rajabi-Ghozlou, M. Ghazavi, A. Soltani, A. Sattarzadeh, dan R. Entezari-Maleki, "Market-Derived Financial Sentiment Analysis: Context-Aware Language Models for Crypto Forecasting," 2 Maret 2025, *arXiv: arXiv:2502.14897*. doi: 10.48550/arXiv.2502.14897.
- [16] K. T. Kim dan L. Fan, "Beyond the hashtags: social media usage and cryptocurrency investment," *International Journal of Bank Marketing*, vol. 43, no. 3, hlm. 569–590, Jan 2025, doi: 10.1108/IJBM-12-2023-0665.

- [17] R. C. F. De Araújo, A. S. R. Pinto, dan M. Ferrandin, "Sentiment Identification on Tweets to Forecast Cryptocurrency's Volatility," *Journal of Computer Science*, vol. 19, no. 5, hlm. 619–628, Mei 2023, doi: 10.3844/jcssp.2023.619.628.
- [18] P. Jaquart, S. Köpke, dan C. Weinhardt, "Machine learning for cryptocurrency market prediction and trading," *The Journal of Finance and Data Science*, vol. 8, hlm. 331–352, Nov 2022, doi: 10.1016/j.jfds.2022.12.001.
- [19] K. Qureshi dan T. Zaman, "Social media engagement and cryptocurrency performance," *PLoS ONE*, vol. 18, no. 5, hlm. e0284501, Mei 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0284501.
- [20] S. Corbet, B. Lucey, A. Urquhart, dan L. Yarovaya, "Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis," *International Review of Financial Analysis*, vol. 62, hlm. 182–199, Mar 2019, doi: 10.1016/j.irfa.2018.09.003.
- [21] C. Kleitsikas, N. Korfiatis, S. Leonardos, dan C. Ventre, "Bitcoin's Edge: Embedded Sentiment in Blockchain Transactional Data," 18 April 2025, *arXiv*: arXiv:2504.13598. doi: 10.48550/arXiv.2504.13598.
- [22] S. Bogdan, N. Brmalj, dan E. Mujačević, "Impact of Liquidity and Investors Sentiment on Herd Behavior in Cryptocurrency Market," *IJFS*, vol. 11, no. 3, hlm. 97, Jul 2023, doi: 10.3390/ijfs11030097.
- [23] O. Gozbasi, B. Altinoz, dan E. E. Sahin, "IS BITCOIN A SAFE HAVEN? A STUDY ON THE FACTORS THAT AFFECT BITCOIN PRICES," *IJEFI*, vol. 11, no. 4, hlm. 35–40, Jul 2021, doi: 10.32479/ijefi.11602.
- [24] S. Liu, "Is Bitcoin a Safe-haven Against Geopolitical Events: An Analysis Based on Russian-Ukrainian Conflict," *HBEM*, vol. 7, hlm. 263–272, Apr 2023, doi: 10.54097/hbem.v7i.6957.
- [25] Y. Zou dan D. Herremans, "PreBit -- A multimodal model with Twitter FinBERT embeddings for extreme price movement prediction of Bitcoin," *Expert Systems with Applications*, vol. 233, hlm. 120838, Des 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120838.
- [26] S. Arslan, "Bitcoin Price Prediction Using Sentiment Analysis and Empirical Mode Decomposition," *Comput Econ*, vol. 65, no. 4, hlm. 2227–2248, Apr 2025, doi: 10.1007/s10614-024-10588-3.
- [27] F. A. Lovera, Y. C. Cardinale, dan M. N. Homs, "Sentiment Analysis in Twitter Based on Knowledge Graph and Deep Learning Classification," *Electronics*, vol. 10, no. 22, hlm. 2739, Nov 2021, doi: 10.3390/electronics10222739.
- [28] Y. Zhang, J. Fan, dan B. Dong, "Deep Learning-Based Analysis of Social Media Sentiment Impact on Cryptocurrency Market Microstructure," *Academic Journal of Sociology & Management*, vol. 3, no. 2, hlm. 13–21, Mar 2025, doi: 10.70393/616a736d.323730.
- [29] M. F. B. Hossain, L. Z. Lamia, M. M. Rahman, dan M. M. Khan, "FinBERT-BiLSTM: A Deep Learning Model for Predicting Volatile Cryptocurrency Market Prices Using Market Sentiment Dynamics," 2 November 2024, *arXiv*: arXiv:2411.12748. doi: 10.48550/arXiv.2411.12748.
- [30] S. M. Dashtaki, M. H. Chagahi, B. Moshiri, dan M. J. Piran, "Multi-Source Hard and Soft Information Fusion Approach for Accurate Cryptocurrency Price Movement Prediction," 27 September 2024, *arXiv*: arXiv:2409.18895. doi: 10.48550/arXiv.2409.18895.
- [31] "Individual Comparisons by Ranking Methods on JSTOR." Diakses: 22 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.jstor.org/stable/3001968?origin=crossref>
- [32] L. Mueller, S. Stoeckl, D. Schiereck, dan J. Mueller, "Estimating Crypto-Related Risk: Market-Based Evidence from FTX's Failure and Its Contagion on U.S. Banks".
- [33] Diaconasu Delia Elena, Sayed Mehdi, dan Ovidiu Stoica, "An analysis of investors' behavior in Bitcoin market", doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0264522>.
- [34] A. Saggi, L. Ante, dan 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, hlm. 106413, Feb 2025, doi: 10.1016/j.frl.2024.106413.
- [35] W. H. Kruskal dan W. A. Wallis, "Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 47, no. 260, hlm. 583–621, 1952, doi: 10.2307/2280779.
- [36] R. Haniffa, M. Hudaib, dan T. Nawaz, "The Value of Social Capital for the Success of SPAC IPOs," *IJFS*, vol. 10, no. 2, hlm. 31, Mei 2022, doi: 10.3390/ijfs10020031.
- [37] A. I. Putri, N. Q. Lutfillah, dan D. Djuhari, "Comparison of Performance and Best Choice of Investment Instruments: A Study from Indonesia," *equity*, vol. 5, no. 1, Des 2024, doi: 10.46821/equity.v5i1.513.
- [38] K. Jarno dan H. Kołodziejczyk, "Does the Design of Stablecoins Impact Their Volatility?," *JRFM*, vol. 14, no. 2, hlm. 42, Jan 2021, doi: 10.3390/jrfm14020042.
- [39] A. Bouteska dan B. Regaieg, "Loss aversion, overconfidence of investors and their impact on market performance evidence from the US stock markets," *JEFAS*, vol. 25, no. 50, hlm. 451–478, Des 2020, doi: 10.1108/JEFAS-07-2017-0081.
- [40] N. Kyriazis, S. Papadamou, P. Tzeremes, dan 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, hlm. 307–317, Jun 2023, doi: 10.1016/j.qref.2022.09.004.

- [41] C. Y.-H. Chen dan C. M. Hafner, "Sentiment-Induced Bubbles in the Cryptocurrency Market," *JRFM*, vol. 12, no. 2, hlm. 53, Apr 2019, doi: 10.3390/jrfm12020053.
- [42] J.-P. Bouchaud, "The Inelastic Market Hypothesis: A Microstructural Interpretation," 11 Januari 2022, *arXiv: arXiv:2108.00242*. doi: 10.48550/arXiv.2108.00242.
- [43] K. Coufalová, "Prospect Theory in the Cryptocurrency Market".
- [44] D. Garcia dan F. Schweitzer, "Social signals and algorithmic trading of Bitcoin," *R. Soc. open sci.*, vol. 2, no. 9, hlm. 150288, Sep 2015, doi: 10.1098/rsos.150288.
- [45] J. Mednis dan S. Palmquist, "PORTFOLIO OPTIMIZATION WITH CRYPTO ASSETS".
- [46] S. Bowala dan J. Singh, "Optimizing Portfolio Risk of Cryptocurrencies Using Data-Driven Risk Measures," *JRFM*, vol. 15, no. 10, hlm. 427, Sep 2022, doi: 10.3390/jrfm15100427.
- [47] G. M. Caporale dan A. Plastun, "THE DAY OF THE WEEK EFFECT IN THE CRYPTO CURRENCY MARKET".
- [48] D. J. Cumming, J. Fuchs, dan P. P. Momtaz, "Market Reactions to Cryptocurrency Regulation: Risk, Return, and the Role of Enforcement Quality," 2024, *Elsevier BV*. doi: 10.2139/ssrn.4955862.
- [49] X. Huang *dkk.*, "LSTM Based Sentiment Analysis for Cryptocurrency Prediction," 17 Oktober 2021, *arXiv: arXiv:2103.14804*. doi: 10.48550/arXiv.2103.14804.
- [50] K. I. Roumeliotis, N. D. Tselikas, dan D. K. Nasiopoulos, "LLMs and NLP Models in Cryptocurrency Sentiment Analysis: A Comparative Classification Study," *BDCC*, vol. 8, no. 6, hlm. 63, Jun 2024, doi: 10.3390/bdcc8060063.
- [51] S. Sahu, A. F. Ramírez, dan 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, hlm. 351, Agu 2024, doi: 10.3390/jrfm17080351.
- [52] N. Uras, L. Marchesi, M. Marchesi, dan R. Tonelli, "Forecasting Bitcoin closing price series using linear regression and neural networks models," 4 Januari 2020, *arXiv: arXiv:2001.01127*. doi: 10.48550/arXiv.2001.01127.
- [53] T. R. Li, A. S. Chamrajnagar, X. R. Fong, N. R. Rizik, dan F. Fu, "Sentiment-Based Prediction of Alternative Cryptocurrency Price Fluctuations Using Gradient Boosting Tree Model," 1 Mei 2018, *arXiv: arXiv:1805.00558*. doi: 10.48550/arXiv.1805.00558.
- [54] N. Spencer, N. C. Smeeton, dan P. Sprent, *Applied Nonparametric Statistical Methods*, 5 ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2025. doi: 10.1201/9780429326172.
- [55] J. Y.-L. Chan, S. W. Phoong, S. Y. Phoong, W. K. Cheng, dan Y.-L. Chen, "The Bitcoin Halving Cycle Volatility Dynamics and Safe Haven-Hedge Properties: A MSGARCH Approach," *Mathematics*, vol. 11, no. 3, hlm. 698, Jan 2023, doi: 10.3390/math11030698.
- [56] 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. [Daring]. Tersedia pada: https://www.marketwatch.com/story/has-bitcoin-halving-lost-its-mojo-the-crypto-sees-its-worst-ever-post-halving-performance-af9ff71b?mod=hp_latestnews
- [57] Z. Song, "Behavioral biases in the cryptocurrency market: a study on the impact of investor sentiment on price anomalies," *JAEPS*, vol. 18, no. 2, hlm. 35–39, Apr 2025, doi: 10.54254/2977-5701/2025.21938.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.