e-ISSN 2828-0490
JURNAL MEDIA COMPUTER SCIENCE

Does CFTC Regulation Reduce Prediction Market Anomalies? A Benford's Law And DiD Analysis

Al Berlant Ghulam Fania Akhmad [1)]; Riska Dhenabayu [2)]
[1,2)]*Digital Business, Faculty of Economics and Business, Universitas Negeri Surabaya*
Email: [1)] alberlantghulam@gmail.com , [2*)] riskadhenabayu@unesa.ac.id

How to Cite :
Akhmad, A, B, G, F., Dhenabayu, R. (2026). Does CFTC Regulation Reduce Prediction Market Anomalies? A Benford's Law And DiD Analysis Jurnal Media Computer Science, 5(3).

ARTICLE HISTORY
Received [19 Juni 2026]
Revised [20 Juli 2026]
Accepted [23 Juli 2026]

KEYWORDS
Benford's Law, Prediction Markets, CFTC Regulation, Difference-In-Differences, Market Anomalies, Polymarket, Kalshi.

This is an open access article under the CC–BY-SA license

ABSTRAK

Pertumbuhan pesat pasar prediksi menimbulkan pertanyaan mengenai integritas data dan kerentanannya terhadap manipulasi. Penelitian ini menguji apakah regulasi Commodity Futures Trading Commission (CFTC) terhadap Polymarket mengurangi anomali pasar yang diukur melalui konformitas Hukum Benford. Menggunakan desain quasi-experimental nonequivalent control group dengan estimator difference-in-differences (DiD), studi ini memanfaatkan terbitnya CFTC Amended Order pada 25 November 2025 sebagai treatment pada Polymarket, dengan Kalshi (bursa teregulasi sejak 2020) sebagai control group. Data harga dan volume harian kedua platform ditarik dari dataset Dune Analytics untuk periode Januari 2023–Juni 2026 (lebih dari 1,4 miliar observasi), lalu diolah menjadi Mean Absolute Deviation (MAD) bulanan per platform per kategori; indeks volatilitas (VIX) digunakan sebagai kovariat. Estimasi DiD pada outcome volume yang sahih secara teoretis tidak menunjukkan efek regulasi yang signifikan (β = +0,0038; p = 0,073), sehingga hipotesis bahwa regulasi mengurangi anomali tidak terdukung; konformitas Benford justru telah tinggi dan membaik pada kedua platform akibat maturasi pasar. Uji robustitas placebo dan pre-trends mengonfirmasi validitas desain. Studi ini merupakan uji quasi-experimental Benford–DiD pertama pada pasar prediksi.

ABSTRACT

The rapid growth of prediction markets raises concerns about data integrity and susceptibility to manipulation. This study examines whether Commodity Futures Trading Commission (CFTC) regulation of Polymarket reduces market anomalies measured through Benford's Law conformity. Employing a quasi-experimental nonequivalent control group design with a difference-in-differences (DiD) estimator, the study exploits the CFTC Amended Order of 25 November 2025 as the treatment on Polymarket, with Kalshi (regulated since 2020) as the control group. Daily price and volume data for both platforms were retrieved from Dune Analytics for January 2023–June 2026 (over 1.4 billion observations) and transformed into monthly Mean Absolute Deviation (MAD) per platform per category; the volatility index (VIX) serves as a covariate. DiD estimates on the theoretically valid volume outcome reveal no significant regulatory effect (β = +0.0038; p = 0.073); thus the hypothesis that regulation reduces anomalies is not supported, as Benford conformity was already high and improved on both platforms due to market maturation. Placebo and pre-trends robustness tests confirm the validity of the design. This study constitutes the first Benford–DiD quasi-experimental test in prediction markets.

PENDAHULUAN

Pasar prediksi (prediction market) telah berkembang menjadi salah satu platform agregasi informasi paling dinamis dalam industri digital. Secara teoretis, harga kontrak pada pasar ini mengonversi keyakinan kolektif partisipan menjadi estimasi probabilistik atas suatu peristiwa (Wolfers & Zitzewitz, 2004). Skala pasar tumbuh secara eksponensial: volume tahunan Kalshi meningkat dari sekitar US$10 juta pada 2021 menjadi sekitar US$24 miliar pada 2025, sementara Polymarket mencatat lebih dari US$3,6 miliar hanya pada satu pasar pemilihan presiden Amerika Serikat 2024. Namun, ekspansi ini berlangsung dalam ekosistem aset digital yang secara empiris terbukti rentan terhadap manipulasi: sejumlah studi mengestimasi 70%–95% volume pada bursa kripto tak teregulasi merupakan perdagangan semu atau wash trading (Aloosh & Li, 2021; Cong et al., 2023). Kondisi ini memunculkan persoalan ilmiah yang belum terjawab, yakni apakah pasar prediksi turut mengandung anomali serupa.

Persoalan tersebut memiliki bobot yang melampaui kepentingan partisipan pasar. Karena harga pasar prediksi diinterpretasikan sebagai sinyal probabilistik yang kredibel dan dirujuk secara luas dalam wacana publik, distorsi pada mekanisme pembentukan harganya akan menurunkan kualitas informasi yang beredar. Secara struktural, pasar prediksi berbagi karakteristik dengan pasar aset digital yang rawan manipulasi dengan ciri terdesentralisasi, partisipan pseudonim, dan pengawasan yang terbatas sehingga kerentanannya terhadap anomali bersifat inheren, bukan insidental (Benson et al.; Wang et al., 2024; Sifat et al., 2024). Meskipun demikian, kajian empiris atas integritas data pasar prediksi masih sangat terbatas dibandingkan dengan pasar keuangan konvensional, sehingga menyisakan kesenjangan pengetahuan yang signifikan.

Dari kesenjangan tersebut timbul pertanyaan kebijakan yang mendasar: apakah intervensi regulasi mampu mengurangi anomali pada pasar prediksi? Bukti yang tersedia selama ini bersifat asosiatif dan deskriptif, belum menjawab hubungan sebab-akibat. Sebuah peristiwa regulatif menyediakan kondisi identifikasi yang langka untuk pengujian kausal. Pada 25 November 2025, Commodity Futures Trading Commission (CFTC) menerbitkan Amended Order yang menetapkan Polymarket sebagai entitas teregulasi penuh di Amerika Serikat, sementara kompetitor utamanya, Kalshi, telah berstatus teregulasi sejak 2020 tanpa perubahan. Diskontinuitas regulasi yang terjadi pada satu entitas namun tidak pada entitas pembanding membentuk struktur quasi-experimental yang memungkinkan estimasi efek regulasi melalui pendekatan nonequivalent control group (Ahn et al., 2023).

Untuk mengukur anomali secara objektif, penelitian ini mengadopsi Hukum Benford sebagai instrumen deteksi. Benford (1938) menunjukkan bahwa digit pertama dari data yang terbentuk secara alamiah akan mengikuti distribusi logaritmik tertentu, sehingga deviasi yang signifikan darinya mengindikasikan kemungkinan intervensi atau fabrikasi (Nigrini, 2012). Validitas pendekatan ini telah teruji pada lintas konteks seperti audit dan pelaporan keuangan, keandalan data ekonomi (Cerqueti & Provenzano, 2023), serta pasar aset kripto (Vičič & Tošić, 2022), sehingga derajat konformitas terhadap Hukum Benford dapat diposisikan sebagai proksi terukur bagi tingkat anomali suatu pasar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menguji satu pertanyaan utama: apakah regulasi CFTC mengurangi anomali pada pasar prediksi yang diukur menggunakan Hukum Benford? Sejalan dengan argumen bahwa pengawasan formal, verifikasi identitas, dan kliring tersentralisasi mempersempit ruang manipulasi, penelitian ini mengajukan hipotesis (H1) bahwa regulasi CFTC menurunkan anomali (deviasi Benford) Polymarket dibandingkan dengan Kalshi pada periode pascaregulasi. Untuk mengujinya, penelitian mengintegrasikan Hukum Benford ke dalam estimator difference-in-differences atas panel yang dibangun dengan lebih dari 1,4 miliar observasi transaksi Polymarket dan Kalshi pada dimensi platform, kategori, dan bulan. Kontribusi utama studi ini terletak pada penyediaan bukti kausal mengenai efektivitas regulasi dalam menekan anomali pasar prediksi, sekaligus memperkaya literatur integritas pasar pada era keuangan terdesentralisasi.

e-ISSN 2828-0490
JURNAL MEDIA COMPUTER SCIENCE

LANDASAN TEORI

Pasar Prediksi (Prediction Market)

Pasar prediksi adalah mekanisme pasar tempat partisipan memperdagangkan kontrak yang nilai pembayarannya bergantung pada terjadi atau tidaknya suatu peristiwa di masa depan (Wolfers & Zitzewitz, 2004). Harga kontrak yang berkisar antara 0 dan 1 atau 0–100, secara teoretis merepresentasikan probabilitas implisit yang diyakini pasar atas peristiwa tersebut, sehingga pasar prediksi sering dipandang sebagai mekanisme agregasi informasi kolektif. Dua platform terbesar saat ini adalah Polymarket yang beroperasi di atas blockchain, dan Kalshi, bursa kontrak peristiwa yang teregulasi di Amerika Serikat.

Anomali Pasar dan Wash Trading

Dalam konteks penelitian ini, anomali pasar merujuk pada ketidakwajaran pada data transaksi yang menyimpang dari pola pembentukan alamiah dan kerap menjadi penanda manipulasi. Bentuk manipulasi yang paling lazim adalah wash trading, yaitu praktik seorang pelaku memperdagangkan aset dengan dirinya sendiri untuk menggelembungkan volume secara artifisial (Aloosh & Li, 2021). Pada pasar aset digital tak teregulasi, proporsi volume semu semacam ini diperkirakan mencapai 70%–95% (Cong et al., 2023), dan pola manipulatif serupa terdokumentasi pada pasar non-fungible token (Wang et al., 2024; Sifat et al., 2024) serta memicu seruan penguatan regulasi keuangan terdesentralisasi (Benson et al.).

Hukum Benford (Benford's Law)

Hukum Benford atau hukum digit pertama adalah keteraturan statistik yang menyatakan bahwa pada himpunan data yang terbentuk secara alamiah, probabilitas digit pertama signifikan d mengikuti distribusi logaritmik $P(d) = \log10(1 + 1/d)$ (Benford, 1938). Konsekuensinya, digit 1 muncul sekitar 30,1% sementara digit 9 hanya sekitar 4,6%. Karena keteraturan ini sulit direplikasi secara sengaja, deviasi yang substansial darinya dimanfaatkan sebagai indikator dini (red flag) atas kemungkinan manipulasi atau fabrikasi data. Efektivitasnya terbukti lintas domain pada deteksi anomali jaringan keuangan (Chen & Tsourakakis, 2022), kewajaran inspeksi (Arezzo & Cerqueti, 2023), pelaporan keuangan (Darayseh, 1993; Herteliu et al.), audit basis data bervolume tinggi (Morales et al.), keuangan pemerintah daerah (Capalbo et al., 2023), keandalan data ekonomi dan pariwisata (Cerqueti & Provenzano, 2023), integritas pasar karbon (Chuang & Liu, 2025), sistem dinamis kompleks (Rajić et al., 2025), pemrosesan sinyal deret numerik (Cumbrera-Conde et al.), pendukung keputusan finansial dan deep learning (Kim et al., 2023), hingga aset kripto (Vičič & Tošić, 2022; Grigorescu & Amza, 2025).

Mean Absolute Deviation (MAD)

Untuk mengukur derajat penyimpangan data dari distribusi Benford, Nigrini (2012) memformalkan Mean Absolute Deviation (MAD), yaitu rata-rata nilai absolut selisih antara proporsi digit teramati dan proporsi teoretis Benford; nilai MAD yang lebih kecil menunjukkan konformitas yang lebih tinggi, dengan kata lain tingkat anomali yang lebih rendah. Ambang interpretasi yang lazim adalah konformitas dekat (< 0,006), dapat diterima (0,006–0,012), marginal (0,012–0,015), dan nonkonformitas (> 0,015). Perlu ditegaskan bahwa Hukum Benford mensyaratkan data yang menjangkau beberapa orde magnitudo; karena itu, variabel volume transaksi lebih sahih diuji dibandingkan level harga yang rentangnya terbatas (Ley, 1994; Riccioni & Cerqueti; Cerqueti et al., 2024; Ben Hamida et al.). Pertimbangan ini mendasari pemilihan volume sebagai outcome utama dalam penelitian ini.

Regulasi CFTC

Commodity Futures Trading Commission (CFTC) adalah lembaga federal Amerika Serikat yang mengawasi pasar derivatif, termasuk kontrak peristiwa (event contracts) yang menjadi

instrumen pasar prediksi. Regulasi CFTC menuntut antara lain pendaftaran sebagai designated contract market (DCM), penerapan verifikasi identitas pengguna (know-your-customer/KYC), dan kliring formal (mekanisme yang secara teoretis mempersempit ruang manipulasi). Penelitian ini memanfaatkan penetapan Polymarket sebagai entitas teregulasi penuh oleh CFTC pada 25 November 2025 sebagai titik intervensi (treatment), sementara Kalshi yang telah teregulasi sejak 2020 berperan sebagai kontrol grup.

Quasi-Experimental Nonequivalent Control Group Design

Quasi-Experimental Nonequivalent Control Group Design adalah rancangan penelitian yang membandingkan kelompok treatment dan kelompok kontrol yang tidak dibentuk melalui randomisasi, melainkan terbentuk secara alamiah. Rancangan ini tepat digunakan ketika randomisasi tidak dimungkinkan seperti pada peristiwa regulasi dan keabsahannya bergantung pada keterbandingan (comparability) kelompok kontrol dalam mengisolasi efek intervensi. Dalam studi ini, Polymarket yang mengalami perubahan regulasi dan Kalshi yang telah teregulasi membentuk pasangan treatment–kontrol yang nonequivalent.

Difference-in-Differences (DiD)

Difference-in-differences (DiD) adalah estimator kausal yang mengukur efek intervensi dengan membandingkan perubahan outcome pada kelompok treatment dari periode sebelum ke sesudah intervensi terhadap perubahan pada kelompok kontrol dalam rentang waktu yang sama. Melalui 'selisih dari selisih' tersebut, DiD mengontrol perbedaan antar-kelompok yang bersifat tetap maupun guncangan waktu yang dialami bersama oleh kedua kelompok. Validitas estimasinya bersandar pada asumsi tren paralel (parallel trends), yaitu bahwa tanpa sebuah intervensi kedua kelompok akan mengikuti lintasan tren yang sejajar (Callaway & Sant'Anna, 2021; Goodman-Bacon, 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental nonequivalent control group dan menggunakan estimator difference-in-differences (DiD) untuk mengisolasi efek kausal regulasi. Polymarket ditetapkan sebagai kelompok treatment dan Kalshi sebagai kelompok kontrol. Titik intervensi (treatment) adalah 25 November 2025, yaitu tanggal terbitnya CFTC Amended Order of Designation yang menjadikan Polymarket entitas teregulasi penuh; periode sebelum tanggal tersebut diklasifikasikan sebagai pra-treatment dan sesudahnya sebagai pasca-treatment.

Data harga dan volume transaksi diperoleh dari Dune Analytics, mencakup tabel on-chain resmi Polymarket (polymarket_polygon) dan tabel kalshi.market_report, untuk periode Januari 2023 hingga Juni 2026 (42 bulan) dengan total lebih dari 1,4 miliar observasi transaksi. Indeks volatilitas pasar CBOE (VIX) yang bersumber dari basis data Federal Reserve Economic Data (FRED) digunakan sebagai kovariat makro dan diagregasi menjadi rata-rata bulanan. Untuk menjamin komparabilitas antarplatform, kategori spesifik masing-masing platform diharmonisasikan ke dalam tujuh kategori seragam: Crypto, Economics, Elections, Entertainment, Politics, Sports, dan Other.

Unit analisis penelitian ini menggunakan kombinasi unik antara platform (Polymarket atau Kalshi), kategori pasar (Crypto, Economics, Elections, Entertainment, Politics, Sports, Other), dan periode bulan observasi, sehingga setiap baris data merepresentasikan nilai MAD satu platform pada satu kategori di satu bulan tertentu. Variabel utama yang diukur adalah tingkat anomali pasar, yaitu seberapa jauh pola data aktual menyimpang dari distribusi ideal menurut Hukum Benford. Pengukuran ini menggunakan Mean Absolute Deviation (MAD) dimana semakin tinggi nilai MAD, maka semakin besar penyimpangan yang terjadi dan semakin kuat indikasi adanya anomali. Selain

itu, indeks VIX juga digunakan sebagai variabel kontrol untuk memperhitungkan perubahan kondisi pasar secara umum yang dapat memengaruhi aktivitas perdagangan.

Analisis Hukum Benford diterapkan pada data volume transaksi sebagai variabel utama karena nilainya yang bervariasi dalam rentang yang luas (karakteristik yang memang diperlukan agar distribusi Benford berlaku secara wajar). Sebagai pembanding, analisis yang sama juga diterapkan pada nilai harga kontrak yang merepresentasikan probabilitas implied suatu peristiwa (berkisar antara 0 dan 1) untuk menguji apakah hasil akan berbeda ketika variabel yang diuji adalah harga probabilistik, bukan volume transaksi.

Pengukuran Konformitas Benford

Ekstraksi digit pertama dilakukan langsung melalui kueri Dune Analytic pada data 1,4 miliar lebih.

Digit pertama signifikan diperoleh melalui persamaan berikut:

$$d = \lfloor x / 10^{\lfloor \log10(x) \rfloor} \rfloor \quad \ldots\ldots (1)$$

Dengan x adalah nilai variabel (harga atau volume) yang bernilai positif. Distribusi Benford teoretis dinyatakan pada Persamaan (2):

$$P(d) = \log10(1 + 1/d), \quad d = 1, 2, \ldots, 9 \quad \ldots\ldots (2)$$

Tingkat konformitas diukur sebagai Mean Absolute Deviation pada Persamaan (3):

$$MAD = (1/9) \Sigma \, |p_obs(d) - P(d)| \quad \ldots\ldots (3)$$

Dengan p_obs(d) adalah proporsi observasi berdigit d. Mengikuti Nigrini (2012), ambang konformitas digit pertama ditetapkan sebagai: konformitas dekat (< 0,006), dapat diterima (0,006–0,012), marginal (0,012–0,015), dan nonkonformitas (> 0,015). Sel panel dengan kurang dari 100 observasi dieksklusi untuk menjamin kestabilan distribusi digit.

Model Estimasi

Spesifikasi DiD utama berbentuk two-way fixed effects (TWFE) sebagaimana persamaan (4):

$$MAD_{i,c,t} = \beta \cdot (Treat_i \times Post_t) + \alpha_{ic} + \delta_t + \varepsilon_{i,c,t} \quad \ldots\ldots (4)$$

dengan Treat_i = 1 untuk Polymarket; Post_t = 1 untuk bulan ≥ November 2025; α(ic) adalah fixed effect unit (platform×kategori); δ(t) fixed effect bulan yang menyerap seluruh guncangan makro bersama termasuk VIX; dan β koefisien DiD sebagai parameter utama yang, sesuai H1, diharapkan bernilai negatif. Sebagai spesifikasi alternatif, fixed effect waktu digantikan kovariat VIX eksplisit agar pengaruhnya dapat diestimasi langsung. Standard error di-cluster pada level unit untuk mengakomodasi autokorelasi intra-unit, dan estimasi dilakukan terpisah untuk outcome volume dan harga. Ekstraksi serta agregasi distribusi digit pertama dilakukan melalui kueri DuneSQL pada mesin Dune Analytics, sedangkan komputasi MAD, estimasi DiD, uji robustitas, dan visualisasi dilaksanakan menggunakan Python (pustaka pandas, statsmodels, dan matplotlib).

Uji Robustitas

Validitas inferensi kausal diuji melalui dua prosedur. Pertama, placebo test dengan menetapkan tanggal treatment palsu (November 2024) pada subsampel pra-treatment (Januari 2023–Oktober 2025); koefisien DiD palsu yang tidak signifikan mengindikasikan tidak adanya tren diferensial spurious. Kedua, pengujian asumsi parallel trends melalui spesifikasi event-study yang

mengestimasi koefisien lead-lag relatif terhadap treatment (periode −6 hingga −1 sebagai referensi), disertai uji joint F terhadap koefisien pra-treatment. Kedua prosedur diterapkan terpisah pada outcome volume dan harga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

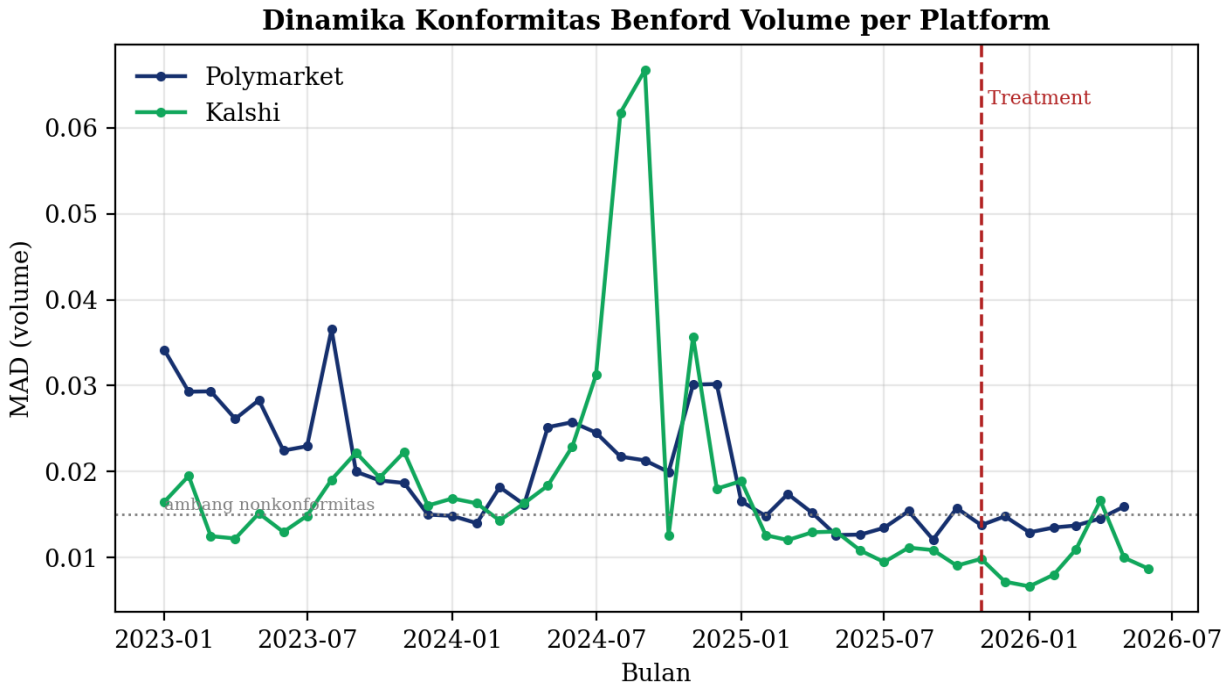
Panel akhir terdiri atas 1.006 sel observasi (volume = 496; harga = 510) yang mencakup 14 unit analisis (2 platform × 7 kategori) selama 42 bulan (Januari 2023–Juni 2026). Tabel 1 menyajikan rata-rata konformitas Benford (MAD) menurut platform dan target pengukuran.

Tabel 1. Rata-rata MAD Benford per Platform dan Target

Target	Platform	Rata-rata MAD	Interpretasi (Nigrini, 2012)
Volume	Kalshi	0,0166	Marginal/Dapat diterima
Volume	Polymarket	0,0190	Marginal/Nonkonformitas ringan
Harga	Kalshi	0,1110	Nonkonformitas
Harga	Polymarket	0,0966	Nonkonformitas

Tabel 1 memperlihatkan kontras fundamental dimana outcome volume berada pada rentang dapat diterima hingga marginal, sedangkan outcome harga menunjukkan nonkonformitas berat pada kedua platform. Gambar 1 mengonfirmasi bahwa distribusi digit pertama volume transaksi kedua platform mengikuti kurva Benford teoretis secara erat, memvalidasi volume sebagai objek uji yang sahih atau valid.

Gambar 1. Distribusi Digit Pertama Volume Transaksi Vs Hukum Benford



Tabel 2 menyajikan hasil estimasi difference-in-differences. Pada outcome volume, koefisien DiD bertanda positif dan tidak signifikan pada taraf 5% (β = +0,0038; p = 0,073). Ketika kovariat VIX

e-ISSN 2828-0490
JURNAL MEDIA COMPUTER SCIENCE

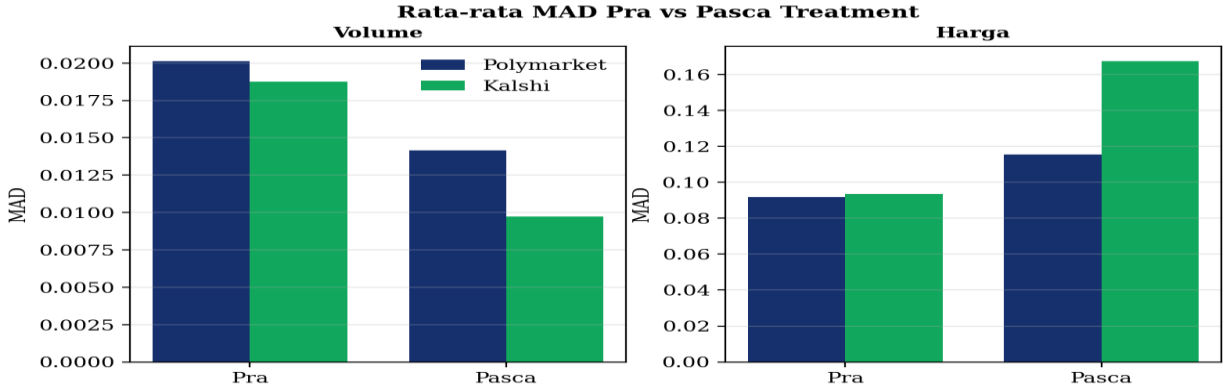
ditambahkan, koefisien tetap tidak signifikan (+0,0030; p = 0,147). Dekomposisi pra–pasca memperjelas pola ini: MAD volume justru menurun pada kedua platform setelah treatment. Penurunan Kalshi (Δ = −0,0090) bahkan sedikit lebih besar daripada Polymarket (Δ = −0,0060). Koefisien VIX bertanda negatif dan signifikan (−0,000134; p = 0,046). Pada outcome harga, koefisien DiD memang signifikan (β = −0,0553; p < 0,001); namun hasil ini merupakan artefak yang dijelaskan pada subbab Pembahasan.

Tabel 2. Estimasi Difference-in-Differences

Outcome	Koef. DiD (TWFE)	Std. Error	p-value	95% CI
Volume (utama)	+0,00375	0,00209	0,073	[−0,0003; +0,0078]
Harga (sekunder)	−0,05525	0,01213	< 0,001	[−0,0790; −0,0315]

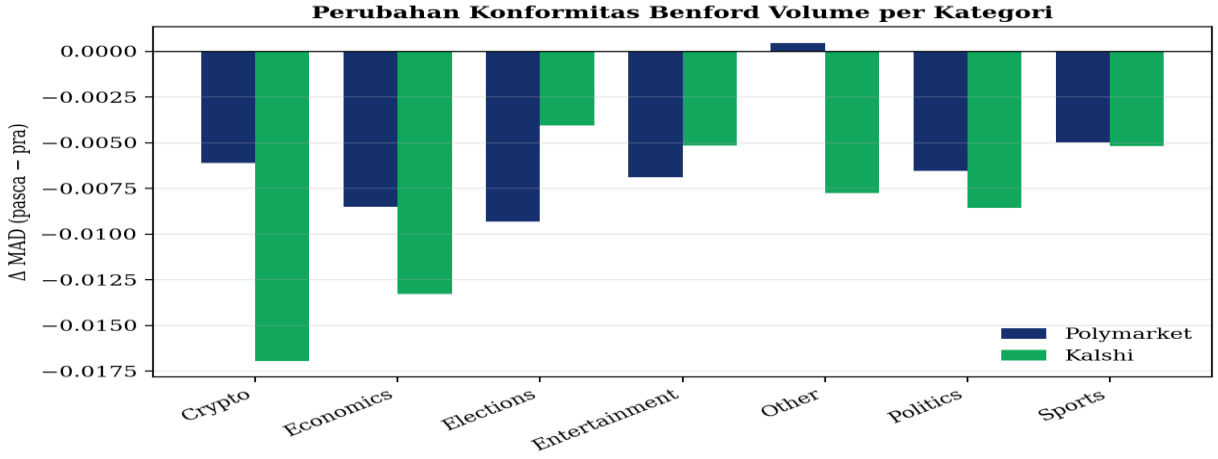
Gambar 2 menampilkan pergerakan MAD volume bulanan kedua platform. Konformitas keduanya membaik secara bertahap sejak 2023. Keduanya turun di bawah ambang nonkonformitas jauh sebelum treatment, dan tidak terlihat patahan tren pada November 2025. Adapun lonjakan MAD Kalshi pada pertengahan 2024 terkait periode pemilu, bukan regulasi.

Gambar 2. Dinamika Konformitas Benford Volume (Event Study), Garis Putus-Putus Menandai Treatment



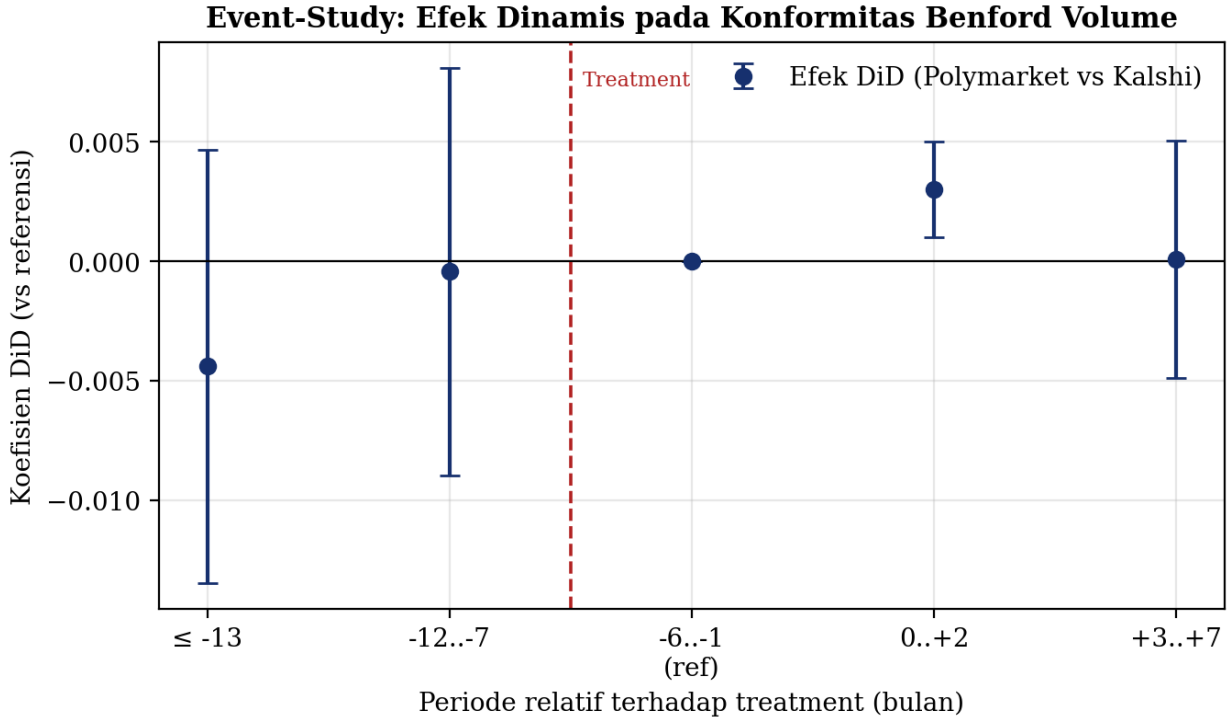
Gambar 3 membandingkan rata-rata MAD pra dan pasca-treatment untuk volume dan harga. Pada panel volume, MAD kedua platform menurun secara paralel. Sebaliknya, pada panel harga, MAD jauh lebih tinggi dan justru meningkat setelah treatment. Pola harga ini mencerminkan keterbatasan data harga yang rentangnya sempit.

Gambar 3. Rata-Rata MAD Pra Vs Pasca Treatment: Volume (Kiri) Dan Harga (Kanan)



Gambar 4 menyajikan perubahan konformitas volume per kategori. Penurunan MAD terjadi menyeluruh di hampir semua kategori pada kedua platform. Pola ini menegaskan bahwa perbaikan bersifat sistemik akibat maturasi pasar, bukan terkonsentrasi pada platform yang diregulasi.

Gambar 4. Perubahan MAD Volume (Pasca − Pra) Per Kategori Per Platform



Uji Robustitas

Validitas inferensi DiD diuji melalui dua prosedur. Pertama, placebo test, yaitu memasang tanggal treatment palsu (November 2024) pada periode sebelum treatment yang sesungguhnya. Kedua, uji pre-trends melalui event-study yang mengestimasi koefisien lead-lag relatif terhadap treatment. Hasil kedua uji disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 5.

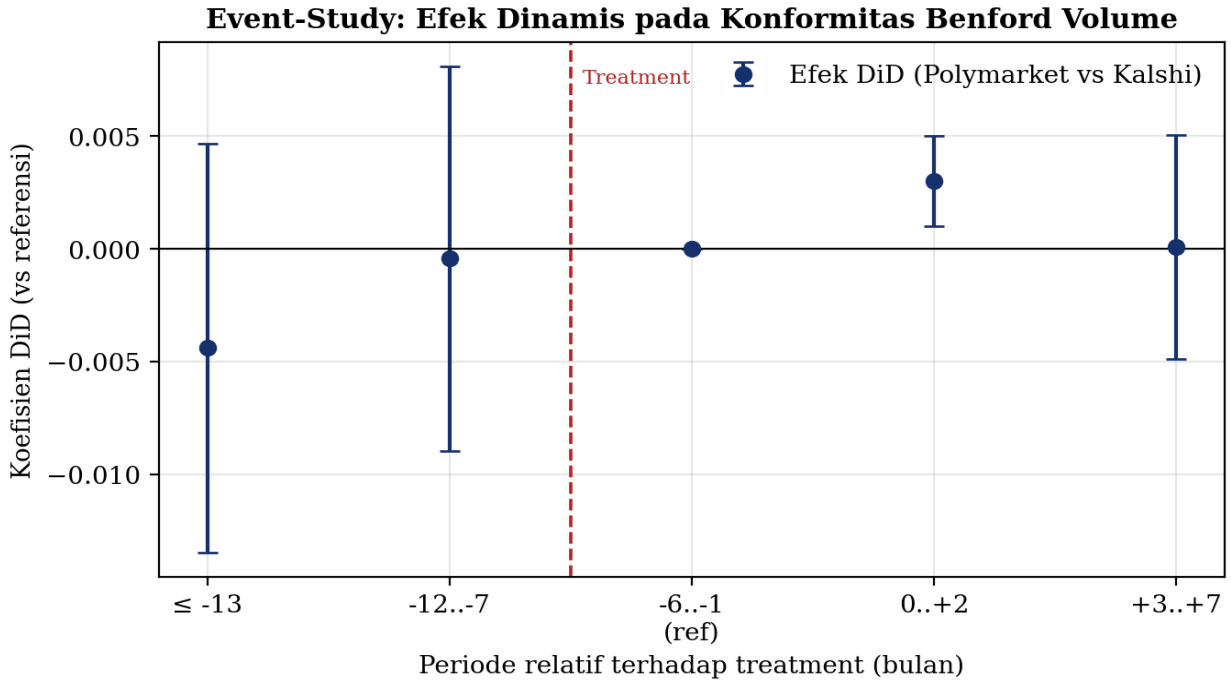
Tabel 3. Hasil Uji Robustitas (Placebo dan Pre-trends)

Uji	Outcome	Statistik	Interpretasi
Placebo (DiD cutoff palsu)	Volume	DiD = +0,0045 (p = 0,274)	Tidak signifikan (desain bersih)
Placebo (DiD cutoff palsu)	Harga	DiD = −0,0438 (p < 0,001)	Signifikan (efek spurious/artefak)
Pre-trends (uji joint F)	Volume	F = 0,60 (p = 0,564)	Parallel trends terpenuhi
Pre-trends (uji joint F)	Harga	F = 7,13 (p = 0,008)	Parallel trends dilanggar

Kedua uji memberikan kesimpulan yang sejalan. Untuk outcome volume, placebo test tidak signifikan dan asumsi tren paralel terpenuhi. Hal ini terlihat pada Gambar 5 dimana seluruh interval kepercayaan koefisien sebelum treatment memotong nol. Dengan demikian, desain DiD valid dan hasil null pada volume bersifat kredibel. Untuk outcome harga, hasilnya berkebalikan. Placebo test justru signifikan (p < 0,001) dan asumsi tren paralel dilanggar (p = 0,008). Ini membuktikan secara empiris bahwa signifikansi pada harga adalah artefak, bukan efek regulasi yang sesungguhnya.

e-ISSN 2828-0490
JURNAL MEDIA COMPUTER SCIENCE

Gambar 5. Event-Study Koefisien Dinamis Konformitas Benford Volume (Interval Kepercayaan 95%)



Pembahasan

Temuan utama penelitian ini dapat diketahui dengan jelas bahwa regulasi CFTC tidak terbukti mengurangi anomali pasar prediksi. Pada outcome volume, efek regulasi tidak berbeda secara signifikan dari nol. Koefisiennya bahkan bertanda positif (β = +0,0038; p = 0,073), yang berarti perbaikan Polymarket sedikit lebih lambat daripada Kalshi. Gambar 2 memperkuat hal ini karena tidak menunjukkan patahan tren pada saat treatment. Dengan demikian, hipotesis (H1) ditolak. Klaim umum bahwa regulasi otomatis memperbaiki integritas data pun tidak terdukung dalam konteks ini.Dinamika konformitas Benford lebih tepat dijelaskan oleh maturasi pasar, bukan oleh regulasi. Seiring likuiditas yang makin dalam, data volume berskala besar secara alamiah mendekati distribusi Benford. Akibatnya, ruang perbaikan akibat regulasi menjadi sempit. Tiga pola mendukung penjelasan ini. Pertama, penurunan MAD berlangsung bertahap dan sudah dimulai jauh sebelum treatment (Gambar 2). Kedua, penurunan terjadi merata di semua kategori pada kedua platform (Gambar 4), bukan hanya pada Polymarket. Ketiga, tingkat konformitas berkaitan dengan volatilitas pasar yang ditunjukkan oleh koefisien VIX yang signifikan, bukan dengan status regulasi. Pola ini sejalan dengan literatur bahwa data volume besar secara alami konvergen menuju Benford (Cerqueti et al., 2024; Riccioni & Cerqueti).

Efek signifikan pada outcome harga bukanlah bukti berkurangnya anomali, melainkan artefak metode. Penyebabnya, harga pasar prediksi hanya bergerak pada rentang sempit (0–1) sehingga tidak memenuhi syarat dasar Hukum Benford. Signifikansi yang muncul sebenarnya berasal dari perubahan komposisi pasar kontrol, yaitu ekspansi Kalshi ke pasar dengan harga yang menumpuk pada nilai tertentu, bukan dari efek regulasi. Uji robustitas menegaskan hal ini melalui placebo test pada periode sebelum treatment yang signifikan (p < 0,001) dan asumsi tren paralel dilanggar (p = 0,008). Temuan ini sesuai dengan peringatan Ley (1994), dan menunjukkan bahwa analisis Benford pada aset digital sebaiknya berfokus pada volume, bukan harga (Aloosh & Li, 2021).

Secara lebih luas, hasil ini menantang anggapan bahwa regulasi formal adalah pengungkit utama integritas data pada pasar terdesentralisasi yang telah matang. Pada pelaporan keuangan yang bersifat diskresioner, penguatan regulasi memang memperbaiki kualitas data (Ahn et al., 2023; Luty et al., 2022). Namun, harga dan volume pasar prediksi terbentuk dari interaksi pasar, sehingga

integritasnya sudah tinggi sejak awal. Berbeda dengan bursa kripto yang 70%–95% volumenya diperkirakan merupakan transaksi anomali (Cong et al., 2023), pasar prediksi dalam penelitian ini tidak menunjukkan indikasi manipulasi volume yang dikhawatirkan. Penelitian ini memiliki keterbatasan dimana Jumlah unit yang dianalisis kecil (dua platform) dan periode pasca-treatment relatif pendek (sekitar tujuh bulan), sehingga efek regulasi jangka menengah belum dapat disimpulkan. Secara praktis, pengawasan mungkin lebih efektif bila diarahkan pada deteksi manipulasi tingkat mikro daripada hanya mengandalkan status regulasi formal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menguji apakah regulasi CFTC mengurangi anomali pasar prediksi yang diukur melalui konformitas Hukum Benford dengan quasi-experimental non-equivalent control group design dan estimator difference-in-differences dimana Polymarket sebagai kelompok treatment dan Kalshi sebagai kontrol. Hasilnya, H1 tidak terdukung yang membuat tidak ditemukannya bukti bahwa regulasi menurunkan deviasi Benford volume Polymarket secara relatif terhadap Kalshi (β = +0,0038; p = 0,073), dan temuan ini robust terhadap uji placebo serta memenuhi asumsi tren paralel. Sebaliknya, konformitas Benford justru telah berada pada rentang yang dapat diterima dan terus membaik pada kedua platform, jauh dari tingkat anomali ekstrem sebagaimana yang dikhawatirkan pada bursa kripto tak teregulasi. Hal ini mengindikasikan bahwa integritas data agregat pasar prediksi didorong oleh maturasi pasar, bukan oleh perubahan status regulasi.

Hasil null tersebut paling baik dijelaskan oleh maturasi pasar dan kondisi volatilitas, bukan oleh intervensi regulasi sebagaimana ditunjukkan oleh penurunan MAD yang bersifat sekuler, menyeluruh lintas kategori, dan berasosiasi dengan volatilitas (VIX). Adapun efek signifikan yang teramati pada outcome harga terbukti merupakan artefak: placebo test pada periode pra-treatment turut signifikan dan asumsi tren paralel dilanggar, menegaskan bahwa level harga yang ber-batas tidak memenuhi prasyarat Hukum Benford.Dengan demikian, klaim umum bahwa regulasi formal otomatis memperbaiki integritas data pasar tidak terdukung dalam konteks pasar prediksi. Kontribusi penelitian ini bersifat ganda: secara empiris, penelitian ini menyediakan bukti quasi-experimental bahwa integritas data agregat pasar prediksi lebih dipengaruhi oleh maturasi pasar daripada perubahan status regulasi; secara metodologis, penelitian ini mendemonstrasikan integrasi Hukum Benford ke dalam kerangka difference-in-differences sebagai outcome kausal, sekaligus menegaskan pentingnya pemilihan variabel yang sahih dan pengujian robustitas dalam analisis Benford.

Saran

Berdasarkan temuan, beberapa saran diajukan. Secara metodologis, penelitian Benford pada aset digital sebaiknya menggunakan variabel volume atau return, bukan level harga eesebagai objek uji, serta menyertakan uji robustitas placebo dan pre-trends. Penelitian lanjutan disarankan memperpanjang jendela pasca-treatment untuk menangkap efek jangka menengah, menerapkan pendekatan staggered difference-in-differences (Callaway & Sant'Anna, 2021) apabila tersedia beberapa peristiwa regulasi, serta melengkapi pendekatan Benford agregat dengan deteksi manipulasi tingkat transaksi seperti wash trading agar gambaran integritas pasar lebih komprehensif.Secara praktis, temuan ini mengindikasikan bahwa pada pasar prediksi yang telah matang, regulasi formal bukanlah penentu utama integritas data agregat, sehingga fokus pengawasan dapat diarahkan pada manipulasi tingkat mikro. Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam generalisasi: jumlah unit yang terbatas (dua platform, 14 unit) membatasi presisi inferensi berbasis cluster; periode pasca-treatment relatif pendek (sekitar tujuh bulan); serta terdapat perubahan komposisi kategori pada platform kontrol selama periode observasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahn, J. H., Han, J. S., & Choi, H. (2023). The impact of regulatory design change on financial reporting outcomes: Evidence from a quasi-natural experiment. (Working paper, Inha University & Sungkyunkwan University).

Aloosh, A., & Li, J. (2021). Direct evidence of Bitcoin wash trading. Working paper.

Arezzo, M. F., & Cerqueti, R. (2023). A Benford's Law view of inspections' reasonability. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 632, 129294.

Ben Hamida, A., de Peretti, C., & Belkacem, L. (n.d.). The link between abnormal numbers and price movements of financial securities: How does Benford's law predict stock returns? Working paper.

Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. Proceedings of the American Philosophical Society, 78(4), 551–572.

Benson, V., Turksen, U., & Adamyk, B. (n.d.). Dark side of decentralised finance: A call for enhanced AML regulation based on use cases of illicit activities. Aston University & Coventry University.

Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. C. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. Journal of Econometrics, 225(2), 200–230.

Capalbo, F., Galati, L., Lupi, C., & Smarra, M. (2023). Local elections and the quality of financial statements in municipally owned entities: A Benford analysis. Chaos, Solitons and Fractals, 173, 113752.

Chen, T., & Tsourakakis, C. (2022). AntiBenford subgraphs: Unsupervised anomaly detection in financial networks. Proceedings of KDD 2022.

Chuang, Y., & Liu, J. C.-E. (2025). Assessing data integrity in voluntary carbon offsets using Benford's Law. Working paper.

Cong, L. W., Li, X., Tang, K., & Yang, Y. (2023). Crypto wash trading. Management Science, 69(11), 6427–6454. [REFERENSI TAMBAHAN]

Cumbrera-Conde, I., Silva-Ramírez, E.-L., & Cumbrera, F. L. (n.d.). Signal processing analysis for detection of anomalies in numerical series. Expert Systems With Applications.

Cerqueti, R., & Provenzano, D. (2023). Benford's Law for economic data reliability: The case of tourism flows in Sicily. Chaos, Solitons and Fractals, 173, 113635.

Cerqueti, R., Maggi, M., & Riccioni, J. (2024). Statistical methods for decision support systems in finance: How Benford's law predicts financial risk. Annals of Operations Research, 342, 1445–1469.

Darayseh, M. (1993). Anomalies in annual accounting numbers. Management Research News, 16(1).

Goodman-Bacon, A. (2018). Difference-in-differences with variation in treatment timing (NBER Working Paper No. 25018). National Bureau of Economic Research.

Grigorescu, P.-C., & Amza, A. (2025). Cryptocurrency trading pairs and Benford's Law: Investigating market irregularities. Proceedings of the International Conference on Business Excellence.

Herteliu, C., Jianu, I., Dragan, I. M., Apostu, S., & Luchian, I. (n.d.). Testing Benford's Law's (non)conformity within disclosed companies' financial statements among the hospitality industry in Romania.

Kim, P. N., Contreras, J., & Ceberio, M. (2023). Economic and financial applications of Benford's Law: From traditional use in audits to help in deep learning. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 31(Suppl. 2), 197–207.

Ley, E. (1994). On the peculiar distribution of the U.S. stock indexes' digits. Resources for the Future, Washington DC.

Luty, P., Petković, M., & Vavrek, R. (2022). Applying Benford's Law on assessing the reliability of financial information in European companies from the rental and leasing sector before and after the adoption of IFRS 16. Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości, 46(4), 51–68.

Morales, H. R., Porporato, M., & Epelbaum, N. (n.d.). Benford's law for integrity tests of high-volume databases: A case study of internal audit in a state-owned enterprise.

Nigrini, M. J. (2012). Benford's Law: Applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. [REFERENSI TAMBAHAN]

Rajić, V., Stanojević, J., & Wei. (2025). Testing conformity with Benford's Law in chaotic dynamical systems. Tehnički Vjesnik (Technical Gazette), 32(3), 1032–1039.

Riccioni, J., & Cerqueti, R. (n.d.). Regular paths in financial markets: Investigating the Benford's Law. University of Macerata.

Sifat, I., Tariq, S. A., & van Donselaar, D. (2024). Suspicious trading in nonfungible tokens (NFTs). Information & Management, 61, 103898.

Vičič, J., & Tošić, A. (2022). Application of Benford's Law on cryptocurrencies. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 17(1), 313–326.

Wang, S., Cheng, N., & Zhang, T. (2024). Wash trading and insider sales in NFT markets. Journal of Banking and Finance.

Wolfers, J., & Zitzewitz, E. (2004). Prediction markets. Journal of Economic Perspectives, 18(2), 107–126. [REFERENSI TAMBAHAN]

(Authors). (2025). Beyond the surface: Advanced wash-trading detection in decentralized NFT markets. (Open access, 2025).