

Visualisasi Distribusi Data Harga XAUUSD Menggunakan Metode Violin Chart

Nurlita Marta Annisa¹, Zainal Abidin²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

¹nurlitamarta28@gmail.com ²zainal@ti.uin-malang.ac.id

Abstract

The increasing availability of financial time series data requires effective visualization techniques to support data exploration and analysis. However, conventional visualization methods, including histograms and boxplots, are limited in their ability to simultaneously display both the distribution and density of data. XAUUSD, which represents the exchange rate between gold and the United States Dollar, is one of the most actively traded financial instruments and exhibits dynamic price movements. This study aims to visualize the distribution of XAUUSD prices using the Violin Chart method. Historical XAUUSD data for January 2020 were used as the research dataset. The research process consisted of data collection, preprocessing, daily data grouping, Kernel Density Estimation (KDE), and visualization using Violin Chart. The results show variations in daily price distributions, differences in data density, and changes in price concentration throughout the observation period. At the beginning of January, prices were distributed within a relatively lower range, while higher price concentrations were observed toward the end of the month. The Violin Chart successfully represented both the distribution shape and density of the data within a single visualization, enabling a more comprehensive understanding of price behavior. Therefore, the Violin Chart can be used as an alternative visualization technique for exploratory analysis of financial time series data.

Keywords: XAUUSD, data visualization, violin chart, financial data, distribution analysis

Abstrak

Meningkatnya ketersediaan data time series keuangan memerlukan teknik visualisasi yang efektif untuk mendukung proses eksplorasi dan analisis data. Namun, visualisasi konvensional seperti histogram dan boxplot masih memiliki keterbatasan dalam menampilkan distribusi dan kepadatan data secara bersamaan. XAUUSD yang merepresentasikan nilai tukar emas terhadap Dolar Amerika Serikat merupakan salah satu instrumen keuangan yang memiliki pergerakan harga dinamis dan aktif diperdagangkan. Penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasikan distribusi harga XAUUSD menggunakan metode Violin Chart. Data yang digunakan berupa data historis XAUUSD periode Januari 2020. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, preprocessing, pengelompokan data harian, perhitungan Kernel Density Estimation (KDE), serta visualisasi menggunakan Violin Chart. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi distribusi harga harian, perbedaan tingkat kepadatan data, dan perubahan konsentrasi harga selama periode pengamatan. Pada awal Januari harga berada pada rentang yang relatif lebih rendah, sedangkan pada akhir Januari terlihat konsentrasi harga pada rentang yang lebih tinggi. Violin Chart mampu menampilkan bentuk distribusi dan kepadatan data secara bersamaan dalam satu visualisasi sehingga memberikan informasi yang lebih rinci mengenai karakteristik distribusi harga XAUUSD. Oleh karena itu, Violin Chart dapat digunakan sebagai alternatif visualisasi dalam analisis eksploratif data time series keuangan.

Kata kunci: XAUUSD, visualisasi data, violin chart, data keuangan, analisis distribusi



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan sistem perdagangan elektronik telah menghasilkan data keuangan dalam jumlah besar yang terus bertambah setiap waktu. Salah satu instrumen keuangan yang banyak diperdagangkan di pasar global adalah XAUUSD, yaitu pasangan harga emas (Gold Spot) terhadap Dolar Amerika Serikat (USD). XAUUSD memiliki karakteristik pergerakan harga yang dinamis dan volatil sehingga sering digunakan oleh investor dan trader sebagai instrumen investasi maupun lindung nilai (hedging). Besarnya volume data yang dihasilkan dari aktivitas perdagangan tersebut memerlukan teknik analisis dan visualisasi yang mampu menyajikan informasi secara efektif sehingga pola distribusi data dapat dipahami dengan lebih mudah [1] [2] [3].

Visualisasi data merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam proses eksplorasi dan analisis data [4] [5]. Melalui visualisasi, pola, tren, serta karakteristik data dapat diamati secara lebih cepat dibandingkan hanya menggunakan tabel atau statistik deskriptif. Pada data keuangan, visualisasi yang umum digunakan antara lain line chart, candlestick chart, histogram, dan boxplot. Line chart dan candlestick chart umumnya digunakan untuk menampilkan pergerakan harga dari waktu ke waktu, sedangkan histogram dan boxplot digunakan untuk menggambarkan distribusi data dan penyebarannya. Namun, visualisasi tersebut memiliki keterbatasan dalam menampilkan informasi kepadatan distribusi data secara rinci.

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan teknik visualisasi statistik untuk menganalisis karakteristik data keuangan dan data time series. Histogram mampu menunjukkan frekuensi kemunculan data pada rentang tertentu, sedangkan boxplot dapat menampilkan nilai minimum, maksimum, median, kuartil, dan outlier dalam suatu distribusi data [1]. Meskipun demikian, kedua metode tersebut belum mampu menggambarkan bentuk distribusi dan tingkat kepadatan data secara bersamaan. Akibatnya, informasi mengenai konsentrasi data pada rentang nilai tertentu menjadi kurang terlihat.

Salah satu metode visualisasi yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah Violin Chart. Violin Chart merupakan pengembangan dari boxplot yang menggabungkan ringkasan statistik dengan estimasi kepadatan distribusi menggunakan Kernel Density Estimation (KDE) [6]. Visualisasi ini memungkinkan pengguna untuk melihat bentuk

distribusi, tingkat kepadatan data, serta posisi pusat data dalam satu tampilan. Dengan demikian, Violin Chart berpotensi memberikan informasi yang lebih lengkap dibandingkan visualisasi distribusi konvensional.

Gerbing (2024) menunjukkan bahwa visualisasi berbasis violin plot mampu menyajikan informasi distribusi secara lebih lengkap dibandingkan boxplot tradisional karena menampilkan bentuk distribusi dan kepadatan data dalam satu tampilan [1].

Molina et al. membahas prinsip-prinsip desain violin plot yang efektif dan menyatakan bahwa visualisasi tersebut mampu memperlihatkan pola distribusi yang tidak dapat diamati secara langsung melalui boxplot. Informasi mengenai multimodalitas dan kepadatan distribusi menjadi salah satu keunggulan utama violin plot [6].

Shishebor et al. menerapkan violin plot pada data kesehatan dan menemukan bahwa metode ini memberikan interpretasi distribusi data yang lebih kaya dibandingkan visualisasi statistik konvensional. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa violin plot dapat digunakan pada berbagai domain data yang memiliki karakteristik distribusi kompleks [7].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, violin plot telah banyak digunakan pada bidang kesehatan, pendidikan, dan eksperimen statistik untuk menggambarkan distribusi data secara lebih rinci [8] [7]. Namun, penerapan violin chart pada data keuangan khususnya harga XAUUSD masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian terkait XAUUSD berfokus pada prediksi harga menggunakan metode statistik maupun machine learning, sedangkan kajian mengenai eksplorasi distribusi harga menggunakan violin chart masih jarang dilakukan [9] [10] [11] [12]. Kondisi ini menunjukkan adanya research gap yang menjadi dasar dilakukannya penelitian ini.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan violin chart untuk mengeksplorasi distribusi harga harian XAUUSD yang masih jarang dibahas dalam penelitian sebelumnya. Berbeda dengan studi terdahulu yang umumnya berfokus pada prediksi harga emas menggunakan metode statistik dan machine learning, penelitian ini menitikberatkan pada analisis distribusi harga melalui pendekatan visualisasi berbasis kepadatan data. Selain itu, penelitian ini mengevaluasi kemampuan violin chart dalam mengungkap pola kepadatan distribusi yang tidak dapat ditampilkan secara eksplisit oleh boxplot. Hasil penelitian diharapkan dapat

memperluas pemanfaatan violin chart sebagai alternatif visualisasi yang lebih informatif dalam analisis eksploratif data keuangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Violin Chart sebagai metode visualisasi distribusi harga XAUUSD serta menganalisis karakteristik distribusi data yang dihasilkan. Data historis XAUUSD periode Januari 2020 digunakan sebagai objek penelitian untuk mengamati pola penyebaran dan kepadatan harga pada setiap hari perdagangan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif visualisasi yang lebih informatif dalam analisis data keuangan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan eksplorasi dan visualisasi data time series. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai tahap eksplorasi awal sebelum penerapan metode prediksi harga maupun analisis volatilitas pasar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan memanfaatkan data historis harga XAUUSD sebagai objek penelitian. Tujuan penelitian adalah memvisualisasikan distribusi harga menggunakan Violin Chart sehingga karakteristik distribusi dan kepadatan data dapat diamati secara lebih rinci. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, preprocessing data, visualisasi distribusi menggunakan Violin Chart, dan analisis hasil visualisasi.

2.1. Dataset

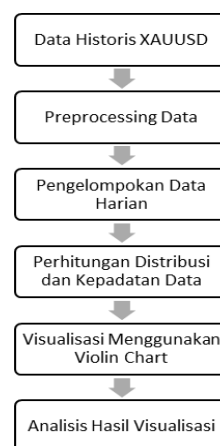
Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa data historis harga XAUUSD5 yang diperoleh dari dataset backtest yang dibagikan melalui komunitas trading VlogForex. Dataset tersebut merupakan data time series dengan interval waktu 5 menit (M5) yang memuat informasi tanggal dan waktu transaksi, harga pembukaan (*Open*), harga tertinggi (*High*), harga terendah (*Low*), harga penutupan (*Close*), serta volume transaksi. Dataset sumber memiliki cakupan data yang cukup besar dan merepresentasikan pergerakan harga XAUUSD pada berbagai periode perdagangan.

Pada penelitian ini, data yang digunakan dibatasi pada periode Januari 2020 sebagai sampel pengamatan. Pemilihan periode tersebut bertujuan untuk mengamati karakteristik distribusi harga harian dalam satu bulan perdagangan sehingga pola penyebaran dan kepadatan harga dapat dianalisis secara lebih terfokus. Variabel yang digunakan dalam proses visualisasi adalah harga penutupan (*Close*) karena nilai tersebut umum digunakan sebagai indikator utama dalam merepresentasikan kondisi pasar pada akhir suatu periode perdagangan. Seluruh data yang digunakan bersifat numerik sehingga sesuai untuk dianalisis menggunakan teknik visualisasi distribusi melalui Violin Chart.

2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Penelitian



Tahapan pertama adalah pengumpulan data historis XAUUSD. Setelah data diperoleh, dilakukan preprocessing untuk memastikan data siap digunakan dalam proses visualisasi. Data kemudian dikelompokkan berdasarkan tanggal perdagangan sehingga setiap kelompok data mewakili distribusi harga pada satu hari perdagangan. Selanjutnya dilakukan perhitungan kepadatan distribusi menggunakan Kernel Density Estimation (KDE) yang menjadi dasar pembentukan Violin Chart. Hasil visualisasi kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik distribusi harga.

2.3. Preprocessing Data

Preprocessing data dilakukan untuk meningkatkan kualitas data sebelum digunakan dalam proses visualisasi. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dianalisis memiliki format yang konsisten, bebas dari kesalahan, dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Proses preprocessing diawali dengan pembersihan data (*data cleaning*) untuk mengidentifikasi serta menghapus data yang tidak lengkap, data kosong, maupun data yang berpotensi menyebabkan kesalahan pada saat proses visualisasi. Langkah ini penting untuk menjaga keakuratan hasil analisis yang akan dilakukan.

Selanjutnya dilakukan transformasi data waktu dengan mengonversi informasi tanggal dan waktu ke dalam format yang seragam. Transformasi ini diperlukan agar data dapat diproses dan dikelompokkan dengan lebih mudah berdasarkan hari perdagangan. Setelah proses transformasi selesai, dilakukan seleksi variabel untuk menentukan atribut yang akan digunakan dalam penelitian. Pada penelitian ini, variabel yang digunakan adalah harga penutupan (*Close*) karena nilai tersebut sering dijadikan indikator utama dalam menggambarkan kondisi pasar pada suatu periode perdagangan.

Tahap terakhir adalah pengelompokan data berdasarkan tanggal perdagangan. Setiap nilai harga penutupan dikelompokkan sesuai tanggal transaksi sehingga diperoleh kumpulan data harian yang merepresentasikan distribusi harga pada masing-masing hari perdagangan. Data yang telah dikelompokkan tersebut kemudian digunakan sebagai masukan dalam proses visualisasi menggunakan Violin Chart untuk menampilkan pola distribusi dan kepadatan harga XAUUSD selama periode pengamatan.

2.4. Implementasi Violin Chart

Violin Chart merupakan teknik visualisasi yang menggabungkan boxplot dengan estimasi kepadatan distribusi menggunakan Kernel Density Estimation (KDE). Pada visualisasi ini, lebar kurva menunjukkan tingkat kepadatan data pada rentang nilai tertentu. Semakin lebar bentuk violin, semakin banyak data yang terkonsentrasi pada rentang nilai tersebut.

Estimasi kepadatan data dihitung menggunakan pendekatan Kernel Density Estimation (KDE) yang secara umum dapat dinyatakan sebagai:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

Pada penelitian ini digunakan Gaussian Kernel karena merupakan kernel yang paling umum digunakan dalam estimasi distribusi kontinu dan analisis data time series keuangan [13] [14] [15]. Dimana $f(x)$ merupakan estimasi fungsi kepadatan probabilitas, n adalah jumlah data, h merupakan bandwidth atau parameter penghalus distribusi, K adalah fungsi kernel yang digunakan untuk memperkirakan kepadatan data, dan x_i merupakan nilai data ke- i .

Visualisasi distribusi harga XAUUSD pada penelitian ini dikembangkan menggunakan teknologi berbasis web yang terdiri dari HTML, CSS, dan JavaScript. Implementasi Violin Chart dilakukan dengan memanfaatkan algoritma Kernel Density Estimation (KDE) menggunakan Gaussian Kernel untuk mengestimasi kepadatan distribusi data. Bandwidth KDE ditentukan secara otomatis berdasarkan karakteristik data sehingga kurva kepadatan yang dihasilkan dapat merepresentasikan pola distribusi harga secara lebih halus dan informatif. Setelah proses estimasi kepadatan selesai, nilai kepadatan divisualisasikan secara simetris pada kedua sisi sumbu vertikal sehingga membentuk kurva violin yang merepresentasikan distribusi dan konsentrasi data harga pada setiap hari perdagangan.

Hasil estimasi kepadatan kemudian divisualisasikan secara simetris sehingga menghasilkan bentuk menyerupai biola (violin). Visualisasi ini

memungkinkan pengamatan terhadap bentuk distribusi, kepadatan data, dan konsentrasi harga pada setiap hari perdagangan.

2.5. Analisis Hasil Visualisasi

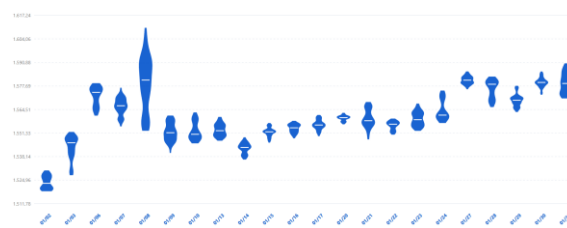
Tahap akhir penelitian adalah analisis hasil visualisasi yang dihasilkan oleh Violin Chart. Analisis dilakukan dengan mengamati bentuk distribusi, tingkat kepadatan data, rentang penyebaran harga, serta perubahan pola distribusi pada setiap hari perdagangan selama Januari 2020.

Melalui analisis tersebut dapat diketahui karakteristik distribusi harga XAUUSD, termasuk periode yang memiliki distribusi lebih sempit maupun lebih lebar. Informasi tersebut digunakan untuk memahami pola penyebaran harga dan perilaku data selama periode pengamatan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Visualisasi Distribusi Harga XAUUSD5 Menggunakan Violin Chart

Untuk mengetahui pola distribusi harga XAUUSD5 selama Januari 2020, dilakukan visualisasi menggunakan violin chart. Visualisasi ini digunakan untuk menggambarkan sebaran dan kepadatan data harga pada setiap hari perdagangan sehingga karakteristik distribusi data dapat diamati secara lebih rinci.



Gambar 1. Violin Chart Harian XAUUSD5 Januari 2020

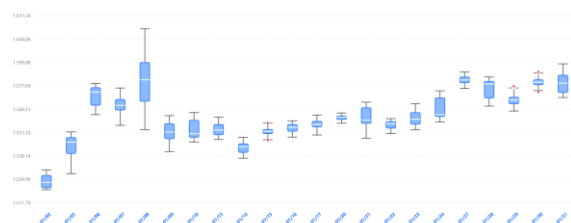
Berdasarkan Gambar 1, distribusi harga XAUUSD5 menunjukkan variasi pada setiap hari perdagangan. Pada awal Januari terlihat harga berada pada rentang yang relatif lebih rendah dibandingkan akhir bulan. Distribusi harga meningkat pada periode 6–8 Januari yang ditunjukkan oleh posisi violin yang lebih tinggi pada sumbu vertikal. Pada pertengahan Januari distribusi harga cenderung stabil, sedangkan pada akhir Januari terlihat konsentrasi harga berada pada rentang yang lebih tinggi dibandingkan awal periode pengamatan.

Temuan ini menunjukkan bahwa distribusi harga XAUUSD tidak selalu bersifat seragam pada setiap hari perdagangan. Variasi bentuk violin mengindikasikan adanya perubahan kepadatan harga yang dapat berkaitan dengan dinamika pasar emas selama periode pengamatan.

Lebar violin yang berbeda pada setiap tanggal menunjukkan perbedaan kepadatan data harga. Beberapa tanggal memiliki distribusi yang lebih lebar, sedangkan tanggal lainnya menunjukkan distribusi yang lebih sempit.

3.2. Visualisasi Distribusi Harga XAUUSD5 Menggunakan Boxplot

Selain violin chart, visualisasi distribusi data juga dilakukan menggunakan boxplot. Visualisasi ini digunakan untuk menampilkan ringkasan statistik data berupa nilai minimum, kuartil pertama (Q1), median, kuartil ketiga (Q3), nilai maksimum, dan outlier pada setiap hari perdagangan.



Gambar 2. Boxplot Harian XAUUSD5 Januari 2020

Berdasarkan Gambar 2, median harga XAUUSD5 mengalami perubahan selama Januari 2020. Posisi median pada awal bulan berada pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan akhir bulan. Rentang interkuartil (IQR) dan whisker menunjukkan variasi penyebaran harga pada masing-masing hari perdagangan.

Selain itu, beberapa tanggal menunjukkan keberadaan outlier yang ditandai dengan titik di luar whisker. Hal ini menunjukkan adanya nilai harga yang berada di luar rentang distribusi utama pada hari tersebut.

3.3. Perbandingan Informasi yang Dihasilkan oleh Boxplot dan Violin Chart

Boxplot pada Gambar 2 menampilkan informasi statistik utama berupa nilai minimum, maksimum, median, kuartil, dan outlier sehingga memudahkan identifikasi pusat data dan tingkat penyebaran harga. Namun, visualisasi ini tidak menunjukkan bagaimana data terdistribusi di dalam rentang tersebut.

Sebaliknya, violin chart pada Gambar 1 menampilkan bentuk distribusi dan kepadatan data secara lebih rinci. Lebar violin menunjukkan tingkat konsentrasi data pada rentang harga tertentu sehingga pola distribusi dapat diamati dengan lebih jelas. Oleh karena itu, violin chart memberikan informasi tambahan yang tidak dapat diperoleh secara langsung dari boxplot.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Molina et al. (2024) dan Shishebor et al. (2025) yang menyatakan bahwa violin plot mampu menampilkan informasi distribusi secara lebih rinci dibandingkan boxplot.

Informasi kepadatan data yang ditampilkan oleh violin chart memungkinkan identifikasi pola distribusi yang tidak terlihat pada visualisasi statistik konvensional [6] [7].

3.4. Pembahasan

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa distribusi harga XAUUSD selama Januari 2020 tidak bersifat seragam pada setiap hari perdagangan. Variasi bentuk dan lebar violin menunjukkan adanya perbedaan tingkat kepadatan data pada rentang harga tertentu. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas pergerakan harga XAUUSD mengalami perubahan sepanjang periode pengamatan, yang tercermin dari perubahan konsentrasi distribusi harga pada setiap hari perdagangan.

Dalam konteks pasar emas, perubahan distribusi harga tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik XAUUSD sebagai instrumen keuangan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi global, seperti kondisi pasar, sentimen investor, dan pergerakan nilai tukar dolar Amerika Serikat. Konsentrasi harga yang cenderung meningkat pada akhir Januari menunjukkan adanya pergeseran distribusi harga ke rentang yang lebih tinggi dibandingkan awal periode pengamatan. Pola ini menunjukkan bahwa visualisasi distribusi dapat memberikan informasi tambahan yang tidak selalu terlihat melalui pengamatan tren harga saja.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa violin plot mampu menyajikan informasi distribusi data secara lebih rinci dibandingkan visualisasi statistik konvensional. Pada penelitian tersebut, violin plot terbukti mampu memperlihatkan karakteristik kepadatan distribusi yang tidak dapat diamati secara langsung melalui boxplot. Temuan pada penelitian ini memperkuat bahwa keunggulan tersebut juga dapat diterapkan pada data keuangan, khususnya data harga XAUUSD.

Dari perspektif visualisasi data keuangan, penggunaan violin chart memberikan kontribusi dalam proses analisis eksploratif data karena mampu menampilkan distribusi dan kepadatan data secara bersamaan. Informasi ini dapat membantu analis atau peneliti dalam memahami karakteristik penyebaran harga sebelum melakukan analisis lanjutan, seperti analisis volatilitas, identifikasi anomali, maupun pengembangan model prediksi harga. Oleh karena itu, violin chart dapat dipertimbangkan sebagai alternatif visualisasi yang lebih informatif dibandingkan boxplot ketika tujuan analisis tidak hanya berfokus pada statistik ringkasan, tetapi juga pada bentuk distribusi data.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menerapkan Violin Chart untuk memvisualisasikan distribusi harga XAUUSD periode Januari 2020. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa distribusi harga mengalami variasi pada setiap hari perdagangan dengan tingkat kepadatan dan rentang penyebaran yang berbeda-beda. Pada awal periode pengamatan, harga berada pada rentang yang relatif lebih rendah, sedangkan pada akhir periode terlihat konsentrasi harga pada rentang yang lebih tinggi. Selain itu, perbedaan lebar violin menunjukkan adanya variasi kepadatan data pada masing-masing hari perdagangan.

Penerapan Violin Chart mampu menampilkan karakteristik distribusi data secara lebih rinci melalui representasi bentuk distribusi dan kepadatan data dalam satu visualisasi. Visualisasi ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola penyebaran harga XAUUSD selama periode pengamatan sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam analisis eksploratif data keuangan. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan periode pengamatan yang lebih panjang atau menerapkan Violin Chart pada instrumen keuangan lainnya untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik distribusi data pasar.

Daftar Rujukan

- [1] D. W. Gerbing, "The Integrated Violin-Box-Scatter (VBS) Plot to Visualize Distributional Information," *Data*, vol. 7, no. 3, p. 58, 2024.
- [2] M. Du, R. Amor, and K.-L. Ma, "Data Visualization for Improving Financial Literacy: A Systematic Review," *arXiv*, 2025.
- [3] Y. Wang and H. Zhang, "Visual Analytics for Financial Market Data Exploration," *Inf. Vis.*, 2024.
- [4] R. Singh and P. Kumar, "Exploratory Data Analysis Techniques for Financial Time Series," *Data Sci. J.*, 2025.
- [5] M. Johnson, "Interactive Financial Data Visualization: A Review," *J. Vis.*, 2024.
- [6] E. Molina, L. Viale, and P. Vazquez, "Advanced Design Principles for Violin Plot Visualization," in *IEEE Visualization Conference*, 2024.
- [7] Z. Shishebor, Z. Sajjdnia, and M. Sharafi, "Violin Plots: An Enhanced Tool for Data Visualization in Health Studies," *J. Soc. Behav. Community Heal.*, vol. 9, no. 1, 2025, doi: 10.18502/jsbch.v9i1.18706.
- [8] M. Karpefors and others, "Maraca Plot: Combining Violin Plot and Survival Analysis Visualization," *BMC Med. Res. Methodol.*, 2024.
- [9] I. Maryati, "Gold Prices Time-Series Forecasting: Comparison of Statistical Methods," *J. Appl. Data Sci.*, 2024.
- [10] W. Chen and J. Liu, "Financial Time Series Analysis for Gold Price Movements Using Deep Learning," *Expert Syst. Appl.*, 2025.
- [11] I. Falih, "Gold Price Prediction Using Machine Learning-Based Linear Regression," *J. Smart Syst. Comput. Technol.*, 2026.
- [12] M. Arif, F. Alzami, and A. Fahmi, "Multivariate LSTM-Based Intraday Gold Price Prediction with Rolling Time Series Validation," *J. Masy. Inform.*, vol. 17, no. 1, 2026, doi: 10.14710/jmasif.17.1.78091.
- [13] M. Garcin, "Recent Advances in Time-Varying Kernel Density Estimation," *Comput. Stat.*, 2024.
- [14] P. Vallarino, "Dynamic Bandwidth Selection in Kernel Density Models for Time Series," *J. Comput. Stat.*, 2024.
- [15] W. Zhang and J. Li, "Kernel Density Estimation for Financial Time Series Analysis," *Stat. Comput.*, 2025.