

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *blockchain* telah mendorong pertumbuhan aset *cryptocurrency* sebagai salah satu instrumen digital yang semakin banyak digunakan dalam aktivitas investasi dan transaksi keuangan. Aset kripto tidak hanya berfungsi sebagai alat pertukaran, tetapi juga berkembang menjadi bagian dari ekosistem keuangan digital yang memiliki karakteristik desentralisasi, transparansi, dan volatilitas harga yang tinggi (Gunarso dkk., 2024). Sejak diluncurkan pada tahun 2015, Ether (ETH) sebagai aset kripto utama dalam jaringan Ethereum telah diperdagangkan secara luas dan menjadi instrumen investasi alternatif yang populer.

Dengan kapitalisasi pasar terbesar ke-2, Ethereum memegang peran penting dalam dinamika pasar kripto global dengan *market cap* \$358,72 Miliar (USD) per 30 Desember 2025. Saat ini, harga ETH tercatat telah mengalami penurunan sekitar 40% dari harga tertingginya (Investing.com, 2026). Pola pergerakan yang sangat fluktuatif ini mencerminkan volatilitas tinggi yang menjadi karakteristik pasar kripto, sehingga menimbulkan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan investasi.

Peramalan (*forecasting*) yaitu proses memprediksi nilai dari suatu variabel berdasarkan nilai yang sudah diketahui dari variabel tersebut atau variabel lain yang terkait. Saat ini, terdapat banyak metode

yang dapat digunakan untuk menganalisis data masa lalu, baik menggunakan pendekatan satu variabel (*univariate*) maupun banyak variabel (*multivariate*). Adapun beberapa metode peramalan populer antara lain *Fuzzy Time Series*, metode pemulusan (*smoothing*), metode rata-rata bergerak (*moving average*), regresi dan lain-lain (Qalbi dkk., 2021).

Fuzzy Time Series (FTS) diperkenalkan pertama kali sebagai penerapan teori himpunan *fuzzy* pada data deret waktu oleh Song dan Chisom (1993). Konsep ini didefinisikan sebagai representasi data *time series* dalam bentuk himpunan *fuzzy*, sehingga memungkinkan pemodelan hubungan antarperiode data secara lebih fleksibel serta mampu menangani ketidakpastian dan nonlinearitas pada data (Song dan Chissom, 1993). Sejak saat itu, berbagai metode FTS telah dikembangkan, seperti berbobot, Lee, Chen, dan Markov. Penelitian terbaru menunjukkan metode FTS berbasis transisi Markov menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan ARIMA(1,1,0), GARCH(1,1) dan varian FTS lain pada peramalan jangka pendek harga aset *cryptocurrencies*, menunjukkan kemampuannya dalam menangkap pola nonlinier dan perubahan pasar yang cepat (Maitoro dkk., 2025).

Metode *Markov Weighted Fuzzy Time Series* (MWFTS) merupakan pengembangan FTS yang mengintegrasikan pembobotan berbasis rantai Markov (*Markov chain*). Pendekatan ini mampu menghindari pemilihan interval secara arbitrer dan menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan model *fuzzy* maupun deret waktu konvensional (Alyousifi dkk., 2020). Meskipun demikian, akurasi model ini masih sangat bergantung pada penentuan partisi interval yang optimal, di mana pendekatan konvensional sering kali tidak menghasilkan partisi terbaik untuk karakteristik data tertentu.

Beberapa penelitian mengintegrasikan teknik optimasi dalam pembentukan interval pada *Fuzzy Time Series* untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas hasil peramalan. Contohnya adalah integrasi *Fuzzy Time Series-Particle Swarm Optimization* untuk meningkatkan hasil peramalan

harga saham BBKA (Arum dkk., 2023). Integrasi ini bertujuan untuk menemukan konfigurasi jumlah dan lebar interval yang optimal secara otomatis, sehingga tidak hanya membantu menentukan parameter model secara lebih efisien dan tujuan, tetapi juga meningkatkan kemampuan adaptasi model terhadap pola data yang kompleks dan dinamis.

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah metode optimasi metaheuristik yang terinspirasi oleh perilaku sosial kawanan burung dan sekelompok ikan dalam menemukan solusi dari suatu permasalahan *nonlinier*. Hasil integrasi MWFTS-PSO menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan pada peramalan indeks polusi udara di Singapura, dibuktikan dengan turunnya nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari 8,03% menjadi 5,88% (Siregar dan Surono, 2022). Penelitian lain juga membuktikan keunggulan MWFTS-PSO melalui perbandingan dengan algoritma lain seperti *Genetic Algorithm* (GA). Hasilnya menunjukkan bahwa model MWFTS-PSO (MAPE 7,58%) memiliki akurasi peramalan yang lebih baik, dibandingkan model MWFTS-GA (MAPE 16,85%) (Surono dkk., 2022). Meskipun demikian, PSO memiliki kelemahan berupa kecenderungan terjebak pada optimum lokal.

Di sisi lain, *Cat and Mouse-Based Optimizer* (CMBO) merupakan metode optimasi metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku predator dan mangsa antara kucing dan tikus menawarkan pendekatan optimasi alternatif. Integrasi MWFTS-CMBO, mampu menghasilkan pembagian interval yang lebih stabil dan representatif ketika digabungkan dengan *Fuzzy K-Medoids* (FKM). Model hybrid MWFTS-CMBOFKM ini mencapai akurasi sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 6,85% pada peramalan indeks kualitas udara di Malaysia (Dewi dkk., 2023). Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan CMBO dalam menyeimbangkan proses eksplorasi dan eksploitasi sehingga menghasilkan konvergensi yang lebih cepat. Namun, model ini memiliki kelemahan berupa kebutuhan waktu komputasi yang lebih tinggi dan sensitivitas terhadap penentuan parameter awal.

Berdasarkan tinjauan tersebut, baik PSO maupun CMBO telah terbukti mampu meningkatkan performa MWFTS, namun dengan karakteristik dan kelemahan yang berbeda. Penelitian-penelitian tersebut masih terfokus pada data lingkungan, sehingga penerapannya pada data ekonomi yang sangat volatil seperti harga aset kripto masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk menerapkan dan membandingkan kinerja kedua algoritma optimasi tersebut dalam mengoptimalkan interval *Fuzzy K-Medoids* pada model MWFTS untuk memprediksi harga ETH. Metode FKM dipilih karena keunggulannya yang efisien, tahan terhadap *outlier*, dan mampu mengurangi *noise* (Madbouly dkk., 2022). Kedua metode optimasi ini dibandingkan untuk mengetahui metode mana yang lebih baik dalam proses optimasi pada kasus prediksi harga Ethereum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Cat and Mouse-Based Optimizer* (CMBO) pada metode MWFTS dalam memprediksi harga Ethereum?
2. Bagaimana kinerja metode MWFTS dengan PSO dan CMBO dalam memprediksi data harga Ethereum?
3. Metode optimasi mana yang lebih baik antara PSO dan CMBO ketika diintegrasikan dengan MWFTS untuk memprediksi harga Ethereum?
4. Bagaimana interpretasi aturan *fuzzy* dan matriks transisi Markov dalam menjelaskan pola pergerakan harga Ethereum?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Menganalisis proses algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Cat and Mouse-Based Optimizer* (CMBO) pada metode *Markov Weighted Fuzzy Time Series* (MWFTS) untuk memprediksi harga Ethereum.
2. Mengevaluasi kinerja model MWFTS yang dioptimalisasi menggunakan PSO dan CMBO dalam menghasilkan prediksi harga Ethereum.
3. Membandingkan efektivitas kedua algoritma optimasi, yaitu PSO dan CMBO, dalam meningkatkan akurasi prediksi pada metode MWFTS.
4. Menginterpretasikan aturan *fuzzy* dan matriks transisi Markov yang terbentuk untuk menjelaskan pola pergerakan harga Ethereum.

1.4 Manfaat Penelitian

Peneliti berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui cara mengintegrasikan algoritma optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Cat and Mouse-Based Optimizer* (CMBO) ke dalam model *Markov Weighted Fuzzy Time Series* (MWFTS).
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang peramalan deret waktu khususnya yang berbasis logika *fuzzy*.

3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber bacaan dan rujukan bagi penelitian selanjutnya.
4. Penelitian ini dapat menambah karya tulis ilmiah di lingkungan Universitas Negeri Jakarta.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini, adalah data historis penutupan harian Ethereum terhadap dolar AS, dengan periode satu tahun (1 Januari 2025 – 31 Maret 2026) yang diunduh dari situs resmi id.investing.com/.
2. Perbandingan kinerja antara metode optimasi PSO dan CMBO dilakukan menggunakan ukuran tingkat kesalahan peramalan, yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).
3. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti kebijakan ekonomi global, sentimen pasar kripto, atau faktor fundamental lainnya yang dapat memengaruhi pergerakan harga Ethereum.