

INTERPOLASI FRAKTAL PADA ANALISIS PERGERAKAN HARGA SAHAM PT. AMMAN MINERAL INTERNASIONAL Tbk (AMMN)

Desy Apri Muharani*, Marwan, Qurratul Aini
Matematika, MIPA, Universitas Mataram

*Corresponding Author Email: desyaprimuharani@gmail.com

ABSTRAK.

Penelitian ini menganalisis data harga saham PT. Amman Mineral Internasional Tbk (AMMN) untuk bulan Desember 2023, dengan fokus pada sifat fraktal dan interpolasi fraktal. Hasil analisis menunjukkan bahwa data harga saham memiliki sifat fraktal yang signifikan, dengan pola harga menunjukkan *self-similarity* baik pada skala harian maupun mingguan. Nilai Hurst Exponent yang diperoleh adalah 0.610, menandakan sifat *self-affine* dan ketergantungan jangka panjang dalam data. Pengukuran dimensi fraktal menggunakan metode *box-counting* menghasilkan nilai 0.879, mendekati 1, yang menunjukkan kompleksitas tinggi dan detail berulang pada berbagai skala. Fungsi interpolasi fraktal diterapkan untuk memperkirakan pola harga dengan menggunakan pemrograman Python. Grafik interpolasi fraktal menunjukkan perbedaan dalam detail dan fluktuasi, di mana grafik dengan detail halus dan fluktuasi kecil menunjukkan tingkat kekasaran yang lebih tinggi. Nilai MAPE sebesar 0.82% menunjukkan bahwa interpolasi fraktal memberikan hasil yang sangat baik dalam mendekati data asli

Keyword: Fraktal, Interpolasi Fraktal, AMMN.

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan cabang ilmu yang dapat diimplementasikan untuk membantu menyelesaikan berbagai permasalahan kehidupan, salah satunya dalam literasi keuangan seperti investasi pada pasar modal. Berdasarkan hasil Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan (SNLIK) oleh Otoritas Jasa Keuangan pada tahun 2022, indeks literasi keuangan penduduk Indonesia mencapai 49,68%. Literasi keuangan memiliki tujuan jangka panjang bagi seluruh golongan masyarakat karena merupakan bentuk investasi yang bermanfaat untuk mengelola dan menjaga kondisi keuangan agar tetap stabil. Literasi ini juga memungkinkan masyarakat untuk memilih produk dan layanan jasa keuangan yang sesuai serta membantu perencanaan keuangan yang lebih baik.

Investasi pada pasar modal merupakan bentuk aset keuangan, seperti deposito, surat berharga (sekuritas) seperti saham, obligasi, reksadana, dan sebagainya. Tujuan dari investasi ini adalah memperoleh manfaat di masa depan, seperti dividen—pembagian keuntungan kepada pemegang saham—dan capital gain, yang merupakan keuntungan dari selisih harga jual dan beli saham. Salah satu jenis investasi di pasar modal yang paling dikenal oleh masyarakat adalah saham. Saham adalah sertifikat kepemilikan atas suatu perusahaan atau industri di mana modal ditanamkan (Kurniawan, 2019). Nilai harga saham di Indonesia bersifat fluktuatif, baik berupa kenaikan maupun penurunan. Pergerakan harga saham yang fluktuatif ini dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal perusahaan, serta oleh kondisi

perekonomian suatu negara. Pergerakan ini sering kali bersifat linier, namun sangat kompleks sehingga memerlukan metode analisis yang tepat untuk memahaminya (Fadilah, dkk 2020). Salah satu cara untuk meminimalkan risiko kerugian dalam investasi saham adalah dengan memahami sifat dan pola pergerakan harga saham. Pola ini dapat diinterpretasikan melalui grafik, dan dalam hal ini, matematika, khususnya cabang geometri fraktal, berperan penting dalam memahami pola tersebut.

Geometri fraktal merupakan perluasan dari geometri Euclid, yang mempelajari perilaku objek-objek tidak beraturan seperti pola percabangan pohon, akar, pembentukan gunung, serta berbagai fenomena alam lainnya (Istinabiyah, 2018). Grafik pergerakan nilai saham memiliki sifat yang mirip dengan geometri fraktal, yaitu *self-similarity* atau kesebangunan diri. Fraktal dihasilkan dengan menerapkan fungsi berulang pada suatu pola sehingga setiap bagian memiliki struktur yang serupa dengan keseluruhan bentuknya (Bransley, 1993). Salah satu metode dalam geometri fraktal yang relevan dalam hal ini adalah interpolasi fraktal.

Interpolasi fraktal adalah metode yang digunakan untuk membangun titik-titik data baru berdasarkan titik-titik data yang sudah diketahui dengan menggunakan fungsi fraktal. Metode ini sangat berguna untuk data kasar seperti data harga saham harian yang memiliki pola tidak teratur. Fungsi interpolasi fraktal membantu memperkirakan nilai data di titik-titik yang tidak diketahui. Berbeda dengan interpolasi linier, yang menghasilkan garis lurus antara dua titik data, interpolasi fraktal mempertimbangkan ketidakteraturan fenomena yang terjadi di alam sehingga lebih cocok untuk menganalisis data keuangan yang berperilaku tidak beraturan (Ogazon, dkk 2017). Dalam konteks investasi saham, analisis fraktal dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai pergerakan harga saham. Sebagai contoh, penelitian oleh Ogazon, dkk (2017) membahas penggunaan interpolasi fraktal dalam memperkirakan data keuangan yang hilang dan menunjukkan bahwa metode fraktal memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan interpolasi linier. Demikian pula, penelitian Istinabiyah (2018) menunjukkan bahwa interpolasi fraktal dapat diterapkan dalam memodelkan pergerakan harga saham dengan hasil yang lebih baik dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan standar deviasi yang lebih kecil.

Berdasarkan penjelasan di atas, interpolasi fraktal dapat diterapkan dalam analisis pergerakan harga saham. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis pergerakan harga saham PT Amman Mineral Internasional Tbk (AMMN) menggunakan metode interpolasi fraktal untuk memvalidasi dan memastikan efektivitas metode ini dalam menggambarkan pola pergerakan harga saham.

2. METODE

Definisi 1 Fungsi Interpolasi (Barnsley, 1993)

Fungsi interpolasi dari suatu himpunan data $\{(x_i, F_i) \in \mathbb{R}^2; i = 0, 1, 2, \dots, N\}$, $x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_N$ didefinisikan sebagai suatu fungsi kontinu $f: [x_0, x_N] \rightarrow \mathbb{R}$, sehingga $f(x_i) = F_i$ untuk $i = 0, 1, 2, \dots, N$. Titik-titik (x_i, F_i) untuk $i =$

$0, 1, 2, \dots, N$ disebut titik-titik interpolasi dan dikatakan bahwa fungsi f menginterpolasi data tersebut.

Definisi 2 Fungsi Interpolasi Fraktal (Barnsley, 1993)

Fungsi interpolasi fraktal dari suatu data $\{(x_i, F_i) \in \mathbb{R}^2; i = 0, 1, 2, \dots, N\}, x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_N$, didefinisikan sebaagai suatu fungsi interpolasi $f: [x_0, x_N] \rightarrow \mathbb{R}$ yang grafiknya merupakan atraktor dari suatu sistem fungsi iterasi (SFI).

Konstruksi SFI di \mathbb{R}^2

Berdasarkan **Definisi 2** grafik dari fungsi interpolasi fraktal merupakan atraktor dari suatu SFI. Pada interpolasi fraktal di \mathbb{R}^2 , terlebih dahulu dijelaskan suatu SFI dapat dikonstruksikan di \mathbb{R}^2 sehingga atraktornya yang dinotasikan sebagai G , adalah grafik fungsi kontinu $f: [x_0, x_N] \rightarrow \mathbb{R}$ yang menginterpolasi data $\{(x_i, F_i) \in \mathbb{R}^2; i = 0, 1, 2, \dots, N\}$ yang telah diberikan.

Diberikan interval interpolasi yaitu $I = [x_0, x_N]$ dan subinterval dari I sebagai interval antar titik interpolasi yaitu $I_n = [x_{n-1}, x_n]$. Diasumsikan pemetaan $L_n: I \rightarrow I_n, n = 1, 2, \dots, N$ adalah pemetaan kontraksi yang memenuhi $L_n(x_0) = x_{n-1}$ dan $L_n(x_N) = x_n$. Selanjutnya diasumsikan pemetaan $F_n: k \subset I \times \mathbb{R} \rightarrow [h_1, h_2]$ yang memenuhi $F_n(x_0, y_0) = y_{n-1}$ dan $F_n(x_N, y_N) = y_n$. Selanjutnya didefinisikan transformasi affine

$$w_n \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_n(x) \\ F_n(x, y) \end{bmatrix}, n = 1, 2, \dots, N.$$

Kemudian diperhatikan SFI $\{R^2; w_n, n = 1, 2, \dots, N\}$ dengan w_n merupakan transformasi affine dengan bentuk khusus sebagai berikut:

$$w_n \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_n & 0 \\ c_n & d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_n \\ f_n \end{bmatrix} \tag{1}$$

Persamaan (1) dibatasi oleh data sesuai dengan persamaan

$$w_n \begin{bmatrix} x_0 \\ F_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{n-1} \\ F_{n-1} \end{bmatrix} \text{ dan } w_n \begin{bmatrix} x_N \\ F_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_n \\ F_n \end{bmatrix} \tag{2}$$

untuk $n = 1, 2, \dots, N$. Selanjutnya berdasarkan persamaan (1) dan (2) diperoleh:

$$a_n x_0 + e_n = x_{n-1} \tag{3}$$

$$a_n x_N + e_n = x_n \tag{4}$$

$$c_n x_0 + d_n F_0 + f_n = F_{n-1} \tag{5}$$

$$c_n x_N + d_n F_N + f_n = F_n \tag{6}$$

untuk $n = 1, 2, \dots, N$. Berdasarkan persamaan (3)-(6), terdapat 5 variabel pada keempat persamaan tersebut, maka salah satu variabel dipilih menjadi parameter bebas. Dipilih d_n sebagai variabel bebas yang disebut faktor penyekala vertikal. Selanjutnya misalkan d_n adalah sebarang bilangan real ($0 < |d_n| < 1$). Akan diselesaikan sistem persamaan (3)-(6) untuk nilai-nilai a_n, c_n, e_n, f_n yang berkaitan dengan data serta d_n parameter bebas. Berdasarkan persamaan (3)-(4) diperoleh:

$$a_n = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_N - x_0} \tag{7}$$

$$e_n = \frac{x_n x_{n-1} - x_0 x_n}{x_N - x_0} \tag{8}$$

untuk $n = 1, 2, \dots, N$. Selanjutnya dari persamaan (5)-(6) diperoleh:

$$c_n = \frac{F_n - F_{n-1}}{x_N - x_0} - d_n \frac{F_N - F_0}{x_N - x_0} \tag{9}$$

$$f_n = \frac{x_N F_{n-1} - x_0 F_n}{x_N - x_0} - d_n \frac{x_N F_0 - x_0 F_N}{x_N - x_0} \tag{10}$$

Selanjutnya dipilih $0 < |d_n| < 1, n = 1, 2, \dots, N$. Kemudian dikonstruksikan

$$\{[x_0, x_N] \times R; w_n, n = 1, 2, \dots, N\} \quad (11)$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metrik yang sering digunakan dalam analisis peramalan untuk menilai seberapa baik suatu model peramalan. MAPE mengukur deviasi antara nilai peramalan dan nilai aktual dalam bentuk rata-rata persentase. Menurut Lewis (1982) dalam Ngabidin, dkk (2023), kriteria nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 1. Semakin kecil nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menunjukkan semakin akurat hasil peramalan.

Tabel 1 Tabel Kriteria MAPE

Nilai MAPE (dalam persen)	Kriteria
<10	Sangat Baik
10 - 20	Baik
20 -50	Cukup
>50	Buruk

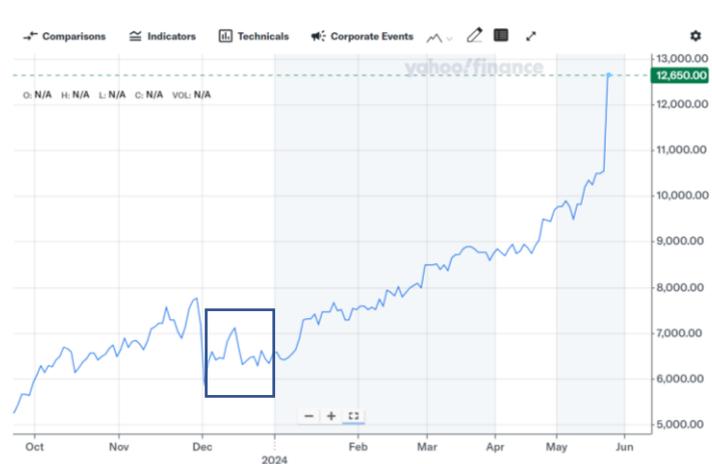
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data harga saham PT. Amman Mineral Internasional Tbk (AMMN) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data pada bulan Desember 2023. Harga saham yang digunakan adalah data harian yang diambil dari harga penutupannya dengan menggunakan data harian sebagai data input. Berikut data penutupan harga saham (AMMN) pada periode Desember 2023 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Harga Saham AMMN Desember 2023

No	Tanggal	Harga Saham
	x_i	y_i
1	12/1/2023	5900
2	12/4/2023	6375
3	12/5/2023	6600
4	12/6/2023	6425
5	12/7/2023	6475
6	12/8/2023	6450
7	12/11/2023	6825
8	12/12/2023	7000
9	12/13/2023	7125
10	12/14/2023	6700
11	12/15/2023	6325
12	12/18/2023	6400
13	12/19/2023	6475
14	12/20/2023	6500
15	12/21/2023	6300
16	12/22/2023	6625
17	12/27/2023	6450

18	12/28/2023	6350
19	12/29/2023	6550



Gambar 1 Visualisasi Data Saham AMMN
(sumber : *yahoo.finance*)

Grafik harga saham termasuk dalam ruang fraktal karena memiliki sifat *self similarity* dan kompleksitas pada setiap skala waktu. Berikut beberapa asumsi yang dapat mendeskripsikan sifat fraktal dari grafik harga saham:

1. *Self Similarity*



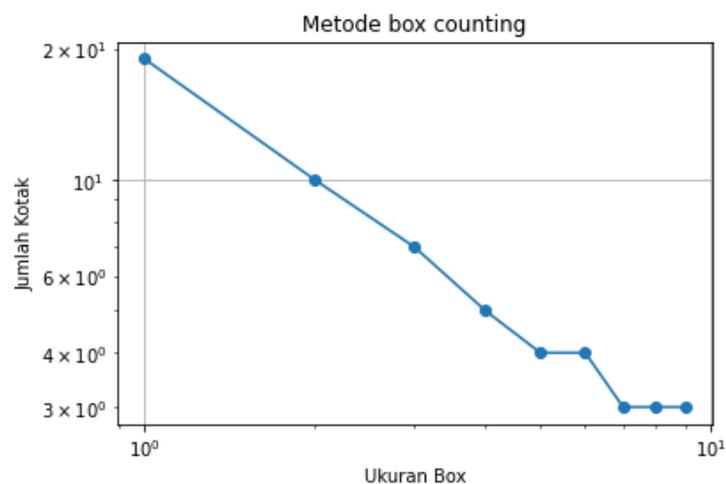
Gambar 2 Grafik Data Harga Saham AMMN per hari



Gambar 3 Grafik Data Harga Saham AMMN per minggu

Self similarity adalah ciri khas bentuk geometris yang menunjukkan bahwa suatu objek atau bentuk memiliki struktur yang serupa pada berbagai skala. Dalam konteks fraktal, ini berarti bahwa bagian-bagian kecil dari objek tersebut menyerupai keseluruhan objek ketika diperbesar. Dalam hal harga saham AMMN, pengamatan pola harga pada skala waktu harian dan mingguan dapat dikaitkan dengan *statistical self similarity*.

Self similarity dapat diuji dengan membandingkan pola grafik harga saham pada berbagai skala waktu. Seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3 pada data harga saham perhari dan perminggu di bulan Desember 2023. Pada grafik harga saham AMMN, meskipun pola pada skala harian dan mingguan mungkin tidak identik secara persis, pola tersebut menunjukkan kesamaan struktural ketika dianalisis. Berikut akan ditunjukkan perhitungan dimensi fraktal data harga saham. Dimensi fraktal merupakan pecahan yang menunjukkan sifat fraktal yaitu sifat *self similarity*. Dalam penelitian ini akan digunakan metode *box-counting*. Perhitungan dimensi fraktal dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software Python*. Hasil dimensi fraktal yang diperoleh yaitu 0.8786214958199258 dengan grafik plot seperti berikut:



Gambar 4 Grafik Plot Metode Box Counting

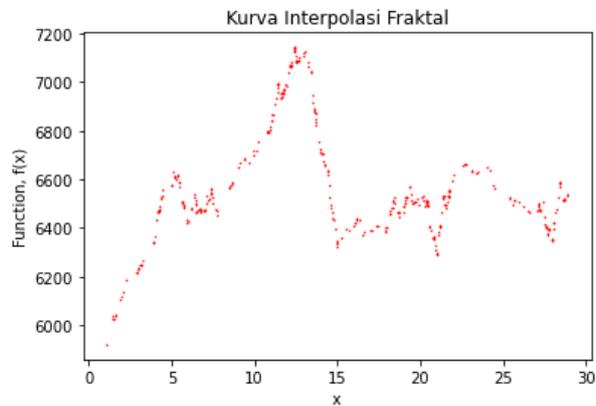
Berdasarkan hasil dari metode *box-counting* dengan pendekatan log-log plot, diperoleh bahwa nilai dimensi fraktal 0.8786214958199258 memiliki nilai yang mendekati 1, menunjukkan kompleksitas pola harga saham. Nilai ini adalah pecahan, yang merupakan salah satu karakteristik utama fraktal, menunjukkan bahwa grafik harga saham memiliki detail yang berulang pada berbagai skala.

2. Analisis Eksponen Hurst

Eksponen Hurst adalah metode yang digunakan untuk menunjukkan sifat korelasi jangka panjang dalam suatu data. Berdasarkan data harga saham AMMN telah dilakukan perhitungan dengan *Python*. Diperoleh nilai Eksponen Hurst yaitu 0.610195934010519. Berdasarkan definisi eksponen hurst bahwa jika $H > 0.5$ maka dikatakan *self-affine*. Hasil nilai H tersebut lebih dari 0.5 yang menunjukkan bahwa grafik harga saham AMMN memiliki sifat tersebut.

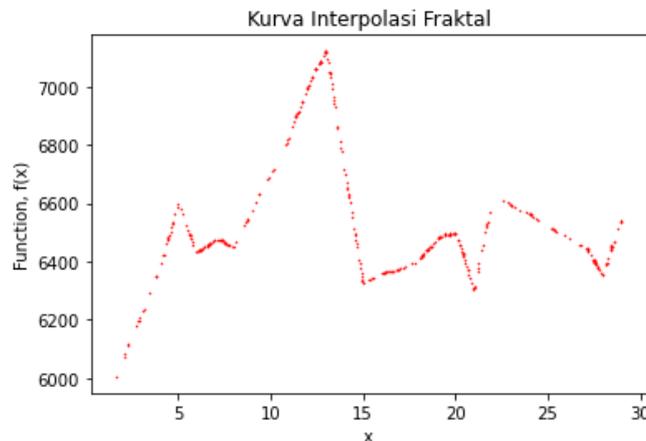
Selanjutnya setelah beberapa penjelasan diatas, dapat diketahui bahwa data harga saham AMMN bersifat fraktal, maka akan dilanjutkan untuk Interpolasi Fraktal dari data harga saham AMMN. Berdasarkan penjabaran konstruksi SFI sebelumnya, maka diberikan suatu data dengan $N = 19$, SFI dapat dikonstruksikan di \mathbb{R}^2 sehingga

atraktornya yang dinotasikan sebagai G adalah grafik fungsi kontinu $f: [x_0, x_N] \rightarrow \mathbb{R}$ yang menginterpolasi data $\{(x_i, F_i) \in \mathbb{R}^2; i = 0, 1, 2, \dots, 19\}$. Grafik data harga saham AMMN merupakan atraktor dari SFI $\{\mathbb{R}^2: w_{19}, N = 1, 2, \dots, 19\}$, dengan w_{19} akan dilakukan seperti pada persamaan (1) dan (2) serta (7) sampai (10) dengan menggunakan *software Python*. Diperoleh hasil grafik interpolasi sebagai berikut:



Gambar 5 Kurva Interpolasi Fraktal $D = 0.1$ dan 0.2

Pada grafik diatas menunjukkan perubahan nilai $f(x)$ yang cukup kompleks sepanjang sumbu x . Nilai $f(x)$ berfluktuasi dengan pola yang tidak beraturan. Grafik diatas menggunakan faktor penyekala atau disebut $D = 0.1$ dan 0.2 . Pada skala tersebut grafik masih terlihat kasar dan tidak beraturan. Selain itu, meskipun sulit dilihat tanpa zoom lebih dekat, grafik menunjukkan beberapa pola pengulangan atau kesamaan diri pada berbagai skala. Hal ini adalah salah satu ciri khas fraktal (*self similarity*).



Gambar 6 Kurva Interpolasi Fraktal $D = 0.01$ dan 0.02

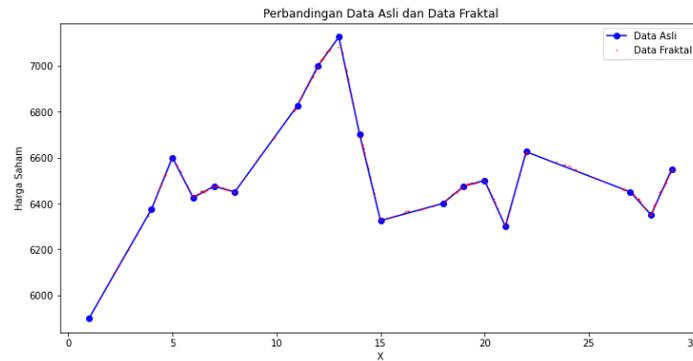
Pada Gambar 6 menunjukkan perubahan nilai $f(x)$ yang cukup bervariasi sepanjang sumbu x . Nilai $f(x)$ berfluktuasi dengan pola yang tidak beraturan. Grafik diatas menggunakan faktor penyekala atau disebut $D = 0.01$ dan 0.02 . Pada skala tersebut terdapat perbedaan visualisasi dengan grafik sebelumnya. Pada grafik dengan skala tersebut dapat dilihat visualisasi grafik semakin tampak seperti aslinya. Grafik menunjukkan beberapa pola pengulangan atau kesamaan diri pada berbagai skala. Hal ini adalah salah satu ciri khas fraktal (*self similarity*). Gambar 5 lebih banyak detail halus dan fluktuasi kecil menunjukkan tingkat kekasaran yang lebih tinggi. Sedangkan Gambar 6 memiliki detail yang lebih halus dan tampak seperti visualisasi data aslinya.

Selanjutnya dari Gambar 5 dan Gambar 6 diperoleh beberapa hasil interpolasi data harian yang disajikan pada Tabel 3, yang merupakan tabel hasil perbandingan antara data aktual dengan data hasil interpolasi. Data yang dianalisis mencakup rentang tanggal dari 1 Desember 2023 hingga 29 Desember 2023. Setiap entri dalam tabel mencakup nomor urut, tanggal observasi, nilai data aktual yang diamati, dan nilai data yang dihasilkan melalui metode interpolasi fraktal. Melalui tabel ini, kita dapat melihat seberapa dekat hasil interpolasi fraktal dengan data aktual yang ada, memberikan gambaran mengenai akurasi dan efektivitas metode interpolasi yang digunakan.

Tabel 3 Hasil Interpolasi Data Per hari

No	Tanggal (x_i)	Data actual (y_i)	Data hasil interpolasi (F_i)
1	12/1/2023	5900	5980.140697
2	12/4/2023	6375	6482.859292
3	12/5/2023	6600	6542.539271
4	12/6/2023	6425	6451.699016
5	12/7/2023	6475	6457.012985
6	12/8/2023	6450	6536.78435
7	12/11/2023	6825	6893.786001
8	12/12/2023	7000	7090.359237
9	12/13/2023	7125	6972.309757
10	12/14/2023	6700	6644.794788
11	12/15/2023	6325	6342.275567
12	12/18/2023	6400	6414.051382
13	12/19/2023	6475	6491.45287
14	12/20/2023	6500	6417.452668
15	12/21/2023	6300	6376.971055
16	12/22/2023	6625	6607.28423
17	12/27/2023	6450	6441.188852
18	12/28/2023	6350	6396.949436
19	12/29/2023	6550	6546.175967

Berdasarkan Tabel 3 akan ditampilkan grafik perbandingan antara data asli dan data hasil interpolasi fraktal. Grafik ini bertujuan untuk memberikan visualisasi yang jelas mengenai seberapa baik interpolasi fraktal mencocokkan data asli dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Melalui perbandingan ini, kita dapat mengidentifikasi pola, tren, dan perbedaan antara data asli dan data yang dihasilkan oleh metode interpolasi fraktal.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Data Asli dan Data Fraktal

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan MAPE. Pendekatan MAPE berguna dalam mengevaluasi ketepatan interpolasi. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam menginterpolasi yang dibandingkan dengan nilai data asli. Perhitungan MAPE menggunakan galat mutlak pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode tersebut. Berikut Tabel 4 Hasil Interpolasi Data per hari dan galatnya.

Tabel 4 Hasil Interpolasi Data Per hari dan Galatnya

No	Tanggal	Data aktual	Data hasil interpolasi	Galat (E) (%)
1	12/1/2023	5900	5980.140697	1.358
2	12/4/2023	6375	6482.859292	1.692
3	12/5/2023	6600	6542.539271	0.871
4	12/6/2023	6425	6451.699016	0.416
5	12/7/2023	6475	6457.012985	0.278
6	12/8/2023	6450	6536.78435	1.345
7	12/11/2023	6825	6893.786001	1.008
8	12/12/2023	7000	7090.359237	1.291
9	12/13/2023	7125	6972.309757	2.143
10	12/14/2023	6700	6644.794788	0.824
11	12/15/2023	6325	6342.275567	0.273
12	12/18/2023	6400	6414.051382	0.220
13	12/19/2023	6475	6491.45287	0.254
14	12/20/2023	6500	6417.452668	1.270
15	12/21/2023	6300	6376.971055	1.222
16	12/22/2023	6625	6607.28423	0.267
17	12/27/2023	6450	6441.188852	0.137
18	12/28/2023	6350	6396.949436	0.739
19	12/29/2023	6550	6546.175967	0.058

Pada Tabel 4 nilai galat diperoleh menggunakan rumus MAPE dengan perhitungan sebagai berikut, misal diambil galat E_1 yang merupakan galat pada tanggal 1 Desember 2023,

$$E_1 = \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\%$$

$$E_1 = \left| \frac{5900 - 5980.140697}{5900} \right| \times 100\%$$

$$E_1 = \left| \frac{-80.140697}{5900} \right| \times 100\%$$

$$E_1 = 0.013583169 \times 100\%$$

$$E_1 = 1.358 \%$$

Langkah selanjutnya, galat harga saham pada Tabel 4 digunakan untuk memperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Perhitungan MAPE menggunakan galat mutlak pada tiap periode dibagi dengan hasil observasi yang nyata untuk periode tersebut dengan rumus berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n E_i}{n}$$

$$\text{MAPE} = \frac{1.358\% + 1.692\% + 0.871\% + 0.416\% + 0.278\% + 1.345\% + 1.008\% + 1.291\% + 2.143\% + 0.824\% + 0.273\% + 0.220\% + 0.254\% + 1.270\% + 1.222\% + 0.267\% + 0.137\% + 0.739\% + 0.058\%}{19}$$

$$\text{MAPE} = \frac{15.666\%}{19} = 0.82\%$$

Berdasarkan perhitungan MAPE diatas dan hasil menggunakan pemrograman *Python* diperoleh yaitu sebesar 0.82%. MAPE data interpolasi per hari sebesar 0.82% menunjukkan bahwa data interpolasi dapat dinyatakan sangat baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data harga saham AMMN pada Desember 2023, ditemukan sifat fraktal yang signifikan dengan *self similarity* pada skala harian dan mingguan. Nilai Hurst Exponent 0.610 menunjukkan ketergantungan jangka panjang dan sifat *self-affine*, sementara dimensi fraktal 0.879 menandakan kompleksitas tinggi. Fungsi interpolasi fraktal berhasil mengaproksimasi data saham dengan baik, menghasilkan grafik yang menunjukkan perbedaan tingkat kekasaran berdasarkan faktor skala vertikal. Evaluasi akurasi menggunakan MAPE sebesar 0.82% mengindikasikan model interpolasi memiliki tingkat kesalahan yang sangat rendah. Diharapkan pada penelitian ini terus dilanjutkan untuk penelitian kedepannya dengan mengolah lebih banyak data lagi, agar dapat menunjukkan visualisasi pergerakan data harga saham yang lebih detail lagi. Selain itu, dapat dilanjutkan untuk penelitian selanjutnya agar bisa ke tahap peramalan harga saham yang divisualisasikan dengan metode fraktal.

5. DAFTAR REFERENSI

1. Barnsley, Michael F., and Hawley Rising. *Fractals Everywhere*. Boston: Academic Press Professional, 1993. [ISBN 0-12-079061-0](#).
2. Blackledge, J., & Lamphiere, M. (2022). A Review of the Fractal Market Hypothesis for Trading and Market Price Prediction. *In Mathematics* (Vol. 10, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/math10010117>.
3. Fadilah, W. R. U., Agfiannisa, D., & Azhar, Y. (2020). Analisis Prediksi Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Fountain of Informatics Journal*, 5(2), 45. <https://doi.org/10.21111/fij.v5i2.4449>.
4. Fariha, N. F. (2021). Abstract Fractal Interpolation Surfaces Derived From Fractal Interpolation Functions And Its Application Program. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.
5. Istinabiyah, D. D. (2018). Visualisasi Kalkulus Pecahan Fungsi Interpolasi Fraktal Pada $[0, d]$ ($d > 0$) Dan Penerapannya, SKRIPSI, Program Studi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Kurniawan. (2019). Analisis Keuntungan Investasi Emas Dengan Ihsg. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan*, Volume 3(2).
7. Leon-Ogazon, M. A., Romero-Flores, E. A., Morales-Acoltzi, T., Machorro-Rodriguez, A., & Salazar-Medina, M. (2016). Fractal Interpolation in the Financial Analysis of a Company. *International Journal of Business Administration*, 8(1), 80. <https://doi.org/10.5430/ijba.v8n1p80>.
8. Lutz, M. (2013). *Learning Python (5th ed.)*. O'Reilly Media.
9. Mandelbrot, B. B. (1997). *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk*. Springer.
10. Mandelbrot, B., Fisher, A., & Calvet, L. (1997). A Multifractal Model of Asset Returns. *Cowles Foundation Discussion Paper*, No. 1164, 1997. <http://www.econ.yale.edu/~fisher/papers.html>.
11. Mandelbrot, Benoît B. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman and Co., 1982. [ISBN 0-7167-1186-9](#).
12. Manousopoulos, P., Drakopoulos, V., & Polyzos, E. (2023). Financial Time Series Modelling Using Fractal Interpolation Functions. *Applied Math*, 3(3), 510–524. <https://doi.org/10.3390/appliedmath3030027>.
13. Marwan. (2012). Peran Faktor Penyekala Pada Konstruksi Interpolasi Fraktal. *J. Pijar MIPA*, Vol. VI No.2, September;86-92. ISSN 1997-1744.
14. Ngabidin, Z., Sanwidi, A., & Arini, E. R. (2023). Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Untuk Meramalkan Jumlah Penduduk Miskin. Euler: *Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 11(2), 328–338. <https://doi.org/10.37905/euler.v11i2.23054>.
15. Otoritas Jasa Keuangan. ([Siaran Pers: Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan Tahun 2022 \(ojk.go.id\)](#)), [diunduh jam 16.00 WITA, tanggal 10/11/2023](#). Tentang PT. Amman Mineral Internasional Tbk (AMMN). (<https://www.amman.co.id/ida/>), [diunduh jam 16.00 WITA, tanggal 10/4/2024](#).
16. Widodo. (2003). *Sistem Fungsi Iterasi dan Eksistensi Interpolasi Fraktal*. Yogyakarta: Matematika FMIPA UGM.
17. Widodo. (2021). *Geometri Fraktal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
18. Wulandari, I. N., Juniati, D. (2017). Pemanfaatan Dimensi fraktal untuk klasifikasi laras pada musik gamelan. *Jurnal Ilmiah Matematika*. Vol 3(6).