

Analisis Perbandingan Metode *Grey* dalam Meramalkan Harga Emas Tahun 2025-2027

Nazwa Aliatul Marits*, Marisza Herlina

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

naliatulmr@gmail.com, marisza.herlina@unisba.ac.id

Abstract. This study aims to compare two forecasting methods based on Grey System Theory, namely the GM(1,1) and Grey-Verhulst models, using historical data on Antam gold prices from 2015 to 2024. The data shows an upward but fluctuating trend, making it suitable for testing with the GM(1,1) model, while the potential for saturation in the future also justifies the use of the Grey-Verhulst model. Despite having different assumptions about data patterns, comparing the two methods is necessary to determine which trend model best fits the actual data. Model parameters were estimated using the least squares method to obtain the values of parameters a and b . Evaluation results show that the GM(1,1) model yielded a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 10.35%, while the Grey-Verhulst model produced a significantly higher MAPE of 95.46%, indicating that GM(1,1) provides more accurate and realistic predictions. Based on these findings, GM(1,1) was selected as the most suitable method to forecast Antam gold prices for the 2025–2027 period, with projected values of IDR 1,725,617 in 2025, IDR 1,931,998 in 2026, and IDR 2,163,062 in 2027. These forecasts are expected to serve as a useful reference for investors and stakeholders in future decision-making.

Keywords: *Gold Price, Forecasting, Grey Model.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua metode peramalan berbasis *Grey System Theory*, yaitu model GM(1,1) dan *Grey-Verhulst* terhadap data historis harga emas Antam periode 2015–2024. Data ini menunjukkan tren meningkat namun fluktuatif, sehingga cocok untuk diuji dengan model GM(1,1), sedangkan kemungkinan pola mendekati titik jenuh di masa mendatang juga relevan diuji dengan model Grey-Verhulst. Oleh karena itu, meskipun kedua metode memiliki asumsi dasar pola data yang berbeda, perbandingan tetap perlu dilakukan untuk memastikan pola tren mana yang paling sesuai dengan kondisi data riil. Penentuan parameter model dilakukan menggunakan pendekatan statistik metode kuadrat terkecil (*least squares*) untuk mendapatkan estimasi parameter a dan b . Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model GM(1,1) memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 10,35%, sedangkan Grey-Verhulst sebesar 95,46%, yang berarti model GM(1,1) mampu menghasilkan peramalan yang lebih akurat dan mendekati data aktual. Berdasarkan hasil tersebut, model GM(1,1) dipilih sebagai metode terbaik untuk memproyeksikan harga emas Antam pada periode 2025 hingga 2027 dengan estimasi harga sebesar Rp 1.725.617 pada 2025, Rp 1.931.998 pada 2026, dan Rp 2.163.062 pada 2027. Hasil peramalan ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi investor dan pihak terkait dalam pengambilan keputusan di masa mendatang.

Kata Kunci: *Harga Emas, Peramalan, Grey Model.*

A. Pendahuluan

Emas telah lama dikenal sebagai aset bernilai tinggi yang tidak hanya digunakan sebagai perhiasan, tetapi juga sebagai sarana investasi yang aman Yang (2019). Di tengah kondisi ekonomi dunia yang tidak stabil, perubahan nilai tukar, serta ketidakpastian pasar keuangan, emas sering kali menjadi pilihan utama bagi investor untuk menjaga nilai kekayaan mereka. Emas adalah salah satu bentuk investasi yang disukai banyak orang di berbagai negara karena nilainya cenderung naik dari tahun ke tahun. Dengan memprediksi harga emas, kita bisa mengurangi risiko kerugian (Wahyuningsih, 2023). Berdasarkan data penelitian (Gold Council, 2019) diketahui bahwa permintaan investasi emas di seluruh dunia mengalami peningkatan sebesar 15% setiap tahun, fenomena ini terjadi sejak tahun 2021. Peran teknologi di era globalisasi kini masuk ke hampir semua sektor, termasuk bisnis dan keuangan, serta dalam memprediksi harga emas di pasar saham. Teknologi informasi sangat dibutuhkan untuk menghadapi perubahan harga emas dunia yang fluktuatif, yang dapat menimbulkan kekhawatiran bagi para investor.) Perubahan harga saham emas yang cepat ini memaksa investor untuk membuat keputusan cepat dalam membeli atau menjual saham emas mereka. Pada tahun 2025, dengan berbagai perubahan ekonomi pasca-pandemi, kemajuan teknologi, dan kemungkinan konflik internasional baru, harga emas diperkirakan akan mengalami fluktuasi yang besar. Sebagaimana Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam QS. Al-Mulk [67]:14 sebagai berikut:

ءَاَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ اللَّطِيفُ الْخَبِيرُ

Artinya : "Apakah (pantas) Zat yang menciptakan itu tidak mengetahui, sedangkan Dia (juga) Maha Halus lagi Maha Mengetahui?"

Sebagaimana dalam Surah Al-Mulk ayat 14 disebutkan bahwa Allah Maha Mengetahui segala sesuatu, termasuk hal-hal yang tersembunyi, maka hal ini menjadi pengingat bahwa manusia memiliki keterbatasan dalam memahami dan memprediksi masa depan. Oleh karena itu, untuk membantu investor dalam membuat keputusan yang tepat, diperlukan metode peramalan harga emas yang mampu memproyeksikan tren harga secara akurat meskipun data historis yang tersedia terbatas. Metode peramalan deret waktu tradisional seperti ARIMA pada umumnya digunakan untuk data dengan pola stasioner dan jumlah observasi yang panjang. Namun, data harga emas sering kali hanya tersedia dalam rentang waktu terbatas dan memiliki pola tren naik yang fluktuatif, sehingga tidak sepenuhnya memenuhi asumsi dasar ARIMA (Makridakis et al., 1984). Oleh karena itu, diperlukan alternatif metode peramalan yang dapat bekerja meskipun informasi data tidak lengkap dan jumlah datanya sedikit.

Metode *Grey-Verhulst* merupakan salah satu teknik dalam teori sistem abu-abu (*Grey System Theory*) yang memiliki keunggulan dalam memodelkan data dengan keterbatasan informasi (Huang & Lee, 2011). Metode ini dapat menangkap pola pertumbuhan *non-linier* dan sering digunakan dalam berbagai bidang untuk peramalan jangka pendek dengan hasil yang cukup akurat Liu dan Yi-Lin (2006). Di sisi lain, *Grey Model* (GM) juga merupakan metode *Grey* yang lebih sederhana dan cocok untuk tren data linier atau eksponensial ringan Zahro et al., (2024). Dengan membandingkan performa model *Grey-Verhulst* dan GM(1,1), diharapkan dapat diperoleh model yang mampu mempresentasikan tren harga emas secara realistis dan informatif. Seperti halnya dalam penelitian (Fitro & Prasetyo, 2021) yang menggunakan metode *Grey-Verhulst* untuk memprediksi jumlah mahasiswa dropout di Politeknik Nusa Sarana Cendekia Surabaya dengan akurasi *Average Relative Percentage Error* (ARPE) mencapai 9.87%. Metode GM(1,1) juga telah terbukti efektif di sektor lain, penelitian Shodiq & Saputra (2022) menunjukkan bahwa *Grey Model* dalam peramalan harga ikan menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) kurang dari 10%. Kedua penelitian ini membuktikan bahwa GM(1,1) mampu memprediksi berbagai fenomena dengan akurasi yang tinggi.

Keunggulan metode ini juga terlihat dalam penelitian Manickam et al (2023) menemukan bahwa model *Grey-Verhulst* memberikan performa terbaik dibandingkan model GM(1,1) dan GM(2,1) dalam memprediksi harga emas yang berfluktuasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *Grey-Verhulst* menghasilkan nilai *Mean Absolute Relative Phase* (MARP) sebesar 0,001, *Minimum Absolute Difference* (MAD) sebesar 4,7, dan Time Instance (TI) sebesar 0,4, yang mengindikasikan tingkat akurasi prediksi yang sangat tinggi.

B. Metode

Sumber Data

Pada penelitian ini, sumber data yang digunakan yaitu data sekunder. Data yang digunakan yaitu harga emas Antam pada tahun 2015 – 2024 yang diperoleh dari website logammulia.com (diakses pada Juni 2025). Berikut data yang digunakan pada penelitian ini.

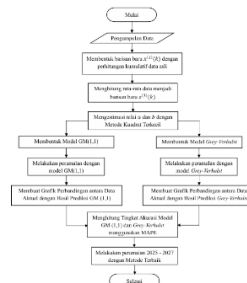
Tabel 1. Data Harga Emas

Tahun	Harga Antam (Rp)
2015	565.000
2016	608.000
2017	647.000
2018	676.000
2019	771.000
2020	965.000
2021	938.000
2022	1.026.000
2023	1.130.000
2024	1.515.000

Sumber: logammulia.com

Tahapan Analisis

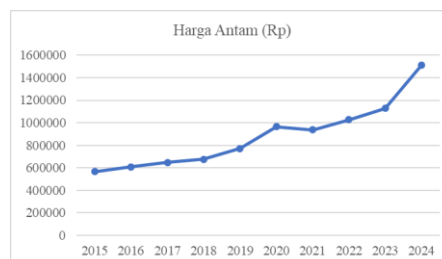
Penelitian ini menggunakan *software* Microsoft Excel untuk melakukan peramalan harga emas Antam pada tahun 2025 hingga 2027. Tahapan analisis dalam penelitian ini digambarkan melalui diagram air berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Langkah Langkah Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Visualisasi Data



Gambar 2. Grafik Harga Emas Antam

Berdasarkan Gambar 2, tren harga emas Antam tahun 2015–2024 menunjukkan kenaikan yang relatif stabil dengan beberapa fluktuasi, terutama menjelang 2024. Pola ini sesuai dengan asumsi model

GM(1,1) yang efektif untuk data tren linier atau eksponensial. Namun demikian, penerapan Grey-Verhulst tetap relevan sebagai pembanding karena fluktuasi mendatar pada beberapa tahun (seperti 2020–2021) yang dapat mengindikasikan awal pola pertumbuhan yang mendekati titik jenuh di masa depan. Oleh karena itu, perbandingan kedua model penting dilakukan untuk menentukan pendekatan yang paling sesuai dengan karakter data dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

Pembangunan Model

Model GM(1,1)

Pada bagian ini menjelaskan asumsi dasar dan notasi dalam konstruksi *Grey Model* GM(1,1) untuk peramalan harga emas Antam. Orde pertama dipilih karena sesuai dengan karakteristik data harga emas yang menunjukkan tren kenaikan stabil, sehingga perubahan polanya cukup direpresentasikan melalui turunan pertama dari data hasil proses *Accumulated Generating Operation* (AGO). Model GM(1,1) dibangun berdasarkan proses AGO dan diselesaikan dengan persamaan diferensial linier tingkat pertama. Langkah pertama adalah membentuk barisan data asli atau data historis ke dalam bentuk $x^{(0)}$ dengan menggunakan Persamaan (2.1):

$$x^{(0)} = \{565000, 608000, 647000, 676000, 771000, \dots, 1515000\}$$

dan

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 10$$

Lalu menghitung barisan kumulatif yang dinotasikan sebagai $x^{(1)}(k)$ menggunakan metode *Accumulated Generating Operation* (AGO) menggunakan persamaan (2.2):

Tabel 2. Perhitungan Kumulatif GM(1,1)

Tahun	$x^{(0)}(k)$	$x^{(1)}(k)$	Hasil
2015	565000	565000	565000
2016	608000	565000 + 608000	1173000
⋮	⋮	⋮	⋮
2023	1130000	565000 + 608000 + 647000 + 676000 + 771000 + 965000 + 938000 + 1026000 + 1130000	7326000
2024	1515000	565000 + 608000 + 647000 + 676000 + 771000 + 965000 + 938000 + 1026000 + 1130000 + 1515000	8841000

Kemudian membentuk barisan *Mean Generating Operation* (MGO) yang merupakan rata-rata atau nilai tengah dari dua data $x^{(1)}(k)$ yang berdekatan, dinotasikan sebagai $z^{(1)}$. Berikut hasil persamaan (2.3):

Tabel 3. Perhitungan MGO GM(1,1)

Tahun	$x^{(1)}(k)$	$z^{(1)}(k)$	Hasil
2015	565000	565000	565000
2016	1173000	0.5 [565000 + 1173000]	869000
⋮	⋮	⋮	⋮
2023	7326000	0.5 [7326000 + 6196000]	6761000
2024	8841000	0.5 [8841000 + 7326000]	8083500

Selanjutnya mencari nilai parameter a dan b dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\hat{\theta} = [a, b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$$

Dimana:

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

Dengan demikian, metode kuadrat terkecil digunakan untuk memecahkan a dan b .

$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} -869000 & -1496500 & \dots & -6761000 & -8083500 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -869000 & 1 \\ -1496500 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -6761000 & 1 \\ -8083500 & 1 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} 608000 \\ 647000 \\ \vdots \\ 1130000 \\ 1515000 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -0.11296 \\ 462868.2375 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh nilai a adalah -0.11296 dan nilai b adalah 462868.2375. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan dengan Persamaan (2.7) dan (2.8) sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Hasil Estimasi GM(1,1)

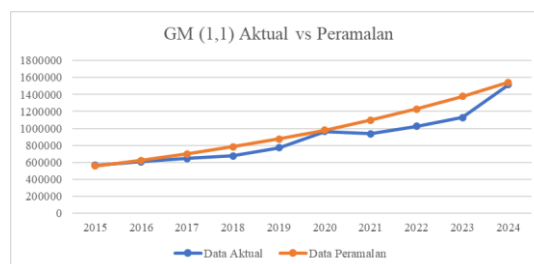
Tahun	$x_p^{(1)}(k)$	Hasil
2015	$\left[565000 - \frac{468713.2}{-0.12104} \right] e^{-0.11296(1-1)} + \frac{468713.2}{-0.12104}$	565000
2016	$\left[565000 - \frac{468713.2}{-0.12104} \right] e^{-0.11296(2-1)} + \frac{468713.2}{-0.12104}$	1122599.358
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
2023	$\left[565000 - \frac{468713.2}{-0.12104} \right] e^{-0.11296(9-1)} + \frac{468713.2}{-0.12104}$	7413255.769
2024	$\left[565000 - \frac{468713.2}{-0.12104} \right] e^{-0.11296(10-1)} + \frac{468713.2}{-0.12104}$	8789894.833

Kemudian perhitungan peramalan menggunakan persamaan (2.9), yaitu:

Tabel 5. Perbandingan Hasil Peramalan GM (1,1)

Tahun	$x_p^{(1)}(k)$	$\hat{x}_p^{(0)}(k)$	Hasil
2015	565000	$565000 - 0$	557599.3585
2016	1122599.358	$1122599.358 - 565000$	624287.2904
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
2023	7413255.769	$7413255.769 - 6183672.738$	1376639.064
2024	8789894.833	$8789894.833 - 7413255.769$	1541282.747

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut ditampilkan grafik perbandingan antara data aktual dengan hasil peramalan:



Gambar 3. Grafik Grey Model (1,1)

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa grafik perbandingan antara harga emas aktual dengan hasil peramalan menggunakan model GM(1,1) menunjukkan pola yang relatif searah. Garis peramalan cenderung mengikuti arah tren data harga aktual dari titik pertama hingga titik ke-10.

Terlihat bahwa pada awal periode, nilai peramalan mendekati nilai aktual dengan selisih yang kecil. Namun, seiring bertambahnya periode, terdapat sedikit perbedaan antara hasil peramalan dengan data aktual, terutama pada titik pertengahan hingga titik akhir. Meskipun demikian, pola kenaikan secara umum masih dapat diikuti dengan baik oleh model GM(1,1).

Model Grey-Verhulst

Langkah pertama sama seperti GM(1,1), yaitu membentuk barisan data asli ke dalam bentuk $x^{(0)}$ menggunakan persamaan (2.10):

$$x^{(0)} = \{565000, 608000, 647000, 676000, 771000, \dots, 1515000\}$$

dan

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 10$$

Lalu menghitung barisan kumulatif yang dinotasikan sebagai $x^{(1)}(k)$ menggunakan metode *Accumulated Generating Operation* (AGO) menggunakan persamaan (2.11):

Tabel 6. Perhitungan Kumulatif Grey-Verhulst

Tahun	$x^{(0)}(k)$	$x^{(1)}(k)$	Hasil
2015	565000	565000	565000
	0		0
2016	608000	565000 + 608000	1173000
	0		00
⋮	⋮	⋮	⋮
2023	1130000	565000 + 608000 + 647000 + 676000 + 771000 + 965000 + 938000 + 1026000 + 1130000	7326000
	00		00
2024	1515000	565000 + 608000 + 647000 + 676000 + 771000 + 965000 + 938000 + 1026000 + 1130000 + 1515000	8841000
	00		00

Kemudian membentuk barisan *Mean Generating Operation* (MGO) yang merupakan rata-rata atau nilai tengah dari dua data $x^{(1)}(k)$ yang berdekatan, dinotasikan sebagai $z^{(1)}$. Berikut hasil persamaan (2.12):

Tabel 7. Perhitungan MGO Grey-Verhulst

Tahun	$x^{(1)}(k)$	$z^{(1)}(k)$	Hasil
2015	565000	565000	565000
2016	1173000	0.5 [565000 + 1173000]	869000
⋮	⋮	⋮	⋮
2023	7326000	0.5 [7326000 + 6196000]	6761000
2024	8841000	0.5 [8841000 + 7326000]	8083500

Selanjutnya mencari nilai $(z^{(1)}(k))^2$ untuk mencari parameter a dan b :

Tabel 8. Perhitungan MGO Kuadrat

Tahun	$z^{(1)}(k)$	$(z^{(1)}(k))^2$	Hasil
2015	565000	$(565000)^2$	3.19225E+11
2016	869000	$(869000)^2$	7.55161E+11
⋮	⋮	⋮	⋮
2023	6761000	$(6761000)^2$	4.57111E+13
2024	8083500	$(8083500)^2$	6.5343E+13

Kemudian mencari nilai parameter a dan b dengan menggunakan Persamaan (2.14):

$$\hat{\theta} = [a, b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$$

Dimana:

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & \frac{1}{2}[(x^{(1)}(1)^2 + (x^{(1)}(2)^2)] \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & \frac{1}{2}[(x^{(1)}(2)^2 + (x^{(1)}(3)^2)] \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & \frac{1}{2}[(x^{(1)}(n-1)^2 + (x^{(1)}(n)^2)] \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$$

Dengan demikian, metode kuadrat terkecil digunakan untuk memecahkan a dan b .

$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} =$$

$$\left(\begin{bmatrix} -869000 & -1496500 & \dots & -6761000 & -8083500 \\ 7.55161E+11 & 2.23951E+12 & \dots & 4.57111E+13 & 6.5342E+13 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -869000 & 7.55161+11 \\ -1496500 & 2.23951E+12 \\ \vdots & \vdots \\ -6761000 & 4.57111E+13 \\ -8083500 & 6.5342E+13 \end{bmatrix} \right)^{-1}$$

$$\left(\begin{bmatrix} -869000 & -1496500 & \dots & -6761000 & -8083500 \\ 7.55161E+11 & 2.23951E+12 & \dots & 4.57111E+13 & 6.5342E+13 \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} 608000 \\ 647000 \\ \vdots \\ 1130000 \\ 1515000 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -0.32278 \\ -0.00002 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh nilai a adalah -0.32278 dan nilai b adalah -0.0002. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan sesuai Persamaan (2.15) dan (2.16) sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan Hasil Estimasi Grey-Verhulst

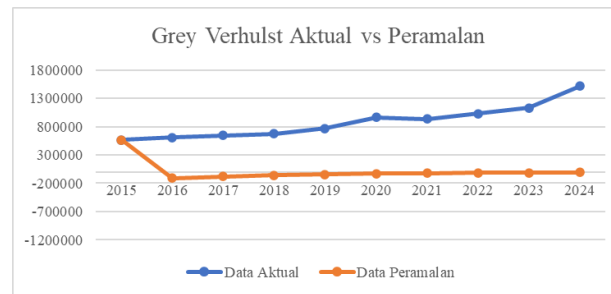
Tahun	$x_1^{(1)}(k)$	Hasil
2015	$-0.32278(565000)$ $\frac{-0.00002(565000) + (-0.32278 - (-0.00002)(565000)e^{0.32278(1)}}{-0.32278(565000)}$	413134.4493
2016	$-0.32278(565000)$ $\frac{-0.00002(565000) + (-0.32278 - (-0.00002)(565000)e^{0.32278(2)}}{-0.32278(565000)}$	301273.965
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
2023	$-0.32278(565000)$ $\frac{-0.00002(565000) + (-0.32278 - (-0.00002)(565000)e^{0.32278(9)}}{-0.32278(565000)}$	31985.53107
2024	$-0.32278(565000)$ $\frac{-0.00002(565000) + (-0.32278 - (-0.00002)(565000)e^{0.32278(10)}}{-0.32278(565000)}$	23173.91894

Kemudian perhitungan peramalan menggunakan persamaan (2.17), yaitu:

Tabel 10. Perbandingan Hasil Peramalan Grey-Verhulst

Tahun	$x_p^{(1)}(k)$	$\hat{x}_p^{(0)}(k)$	Hasil
2015	413134.4493	$565000 - 0$	565000
2016	301273.965	$843459.400 - 1173000$	-111860.4843
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
2023	31985.53107	$809072.776 - 7326000$	-12153.0003
2024	23173.91894	$856503.892 - 8841000$	-8811.612132

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut ditampilkan grafik perbandingan antara data aktual dengan hasil peramalan:



Gambar 4. Grafik Grey-Verhulst

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, terdapat perbedaan signifikan antara data harga emas aktual dengan hasil peramalan menggunakan model *Grey-Verhulst*. Data aktual menunjukkan tren kenaikan bertahap, sementara hasil prediksi justru menurun tajam hingga ke nilai negatif. Pola ini menunjukkan bahwa model *Grey-Verhulst* tidak berhasil menangkap tren kenaikan data aktual dengan baik. Hasil peramalan yang menurun mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara parameter model dengan pola data yang sebenarnya. Hal ini dapat terjadi karena model *Grey-Verhulst* pada dasarnya lebih cocok digunakan untuk pola data yang pertumbuhannya membentuk kurva *sigmoid*. Selain itu, ketidaksesuaian ini kemungkinan disebabkan oleh tanda parameter b yang negatif, sehingga memengaruhi perhitungan di bagian penyebut (denominator) rumus peramalan, yang pada akhirnya membuat nilai prediksi menjadi tidak stabil dan jauh dari kondisi sebenarnya.

Menghitung Tingkat Akurasi Model

Tabel berikut menyajikan hasil perbandingan nilai MAPE dari kedua model untuk menentukan metode mana yang paling sesuai digunakan dalam memprediksi harga emas Antam menggunakan Persamaan (2.18). Berdasarkan nilai MAPE ini, dapat dilihat model mana yang memiliki tingkat kesalahan peramalan lebih kecil, sehingga dianggap lebih akurat dan cocok digunakan pada pola data yang tersedia.

Tabel 11. Perbandingan Nilai MAPE dari Kedua Model

Model	Nilai MAPE
<i>Grey Model</i> (1,1)	10.35515
<i>Grey Verhulst</i>	95.46352

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai MAPE untuk model GM(1,1) sebesar 10,35%, sedangkan nilai MAPE untuk model *Grey-Verhulst* sebesar 95,46%. Nilai MAPE ini digunakan untuk melihat tingkat akurasi hasil peramalan dengan membandingkan rata-rata selisih antara data aktual dan hasil prediksi. Semakin kecil nilai MAPE, semakin akurat hasil prediksi yang dihasilkan oleh model. Jika dibandingkan dengan kriteria interpretasi pada Tabel 2.1, model GM(1,1) dengan MAPE sebesar 10,35% termasuk dalam kategori peramalan baik karena berada pada rentang 10%–20%, sedangkan model *Grey-Verhulst* dengan MAPE sebesar 95,46% termasuk dalam kategori peramalan tidak akurat karena nilai MAPE melebihi 50%. Hasil ini menunjukkan bahwa model GM(1,1) lebih sesuai diterapkan pada data harga emas Antam karena menghasilkan tingkat akurasi prediksi yang lebih baik. Sebaliknya, nilai MAPE *Grey-Verhulst* yang tinggi menunjukkan bahwa model tersebut tidak cocok digunakan pada data dengan pola tren yang cenderung linier dan terus meningkat.

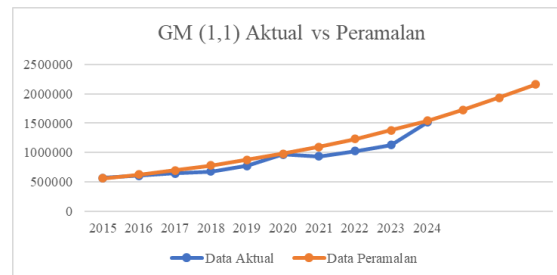
Hasil Peramalan Metode Terbaik

Berdasarkan hasil evaluasi akurasi, diperoleh bahwa model GM(1,1) memiliki nilai MAPE yang paling kecil dibandingkan model *Grey Verhulst*. Dengan demikian, GM(1,1) dipilih sebagai metode terbaik untuk digunakan dalam melakukan peramalan harga emas Antam pada periode mendatang.

Tabel 12. Hasil Peramalan 2025 – 2027

Tahun	$x_p^{(1)}(k)$	$\hat{x}_p^{(0)}(k)$	Hasil
2025	10331177.58	$10331177.58 - 8789894.83$	1725617.534
2026	12056795.11	$12056795.11 - 10331177.58$	1931998.447
2027	13988793.56	$13988793.56 - 12056795.11$	2163062.164

Berdasarkan hasil peramalan pada tabel di atas, dapat dibuat grafik untuk mempermudah melihat pola proyeksi harga emas pada periode mendatang. Grafik berikut memperlihatkan tren pergerakan harga emas hasil prediksi dengan menggunakan model GM(1,1) sebagai metode terbaik.

**Gambar 1.** Grafik Hasil Metode Terbaik

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa garis berwarna biru menunjukkan data harga emas Antam aktual pada periode tahun 2015 hingga 2024, sedangkan garis oranye menunjukkan hasil peramalan yang dihasilkan oleh model GM(1,1) hingga tahun 2027. Secara umum, grafik memperlihatkan bahwa model GM(1,1) mampu mengikuti tren kenaikan data aktual dengan cukup baik pada periode historis. Garis hasil peramalan cenderung mendekati pola data aktual meskipun terdapat sedikit perbedaan pada beberapa titik. Hal ini menunjukkan bahwa model GM(1,1) dapat menangkap arah pergerakan data meski bersifat linier. Selain itu, proyeksi ke depan hingga tahun 2027 menunjukkan tren harga emas yang terus meningkat. Hal ini sejalan dengan pola kenaikan pada data historis, sehingga dapat menjadi acuan bagi pihak-pihak terkait untuk memperkirakan harga emas Antam di masa mendatang. Dengan demikian, model GM(1,1) dapat dikatakan layak digunakan untuk kebutuhan peramalan jangka pendek hingga menengah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Grey GM(1,1) dan *Grey-Verhulst* berhasil dibangun dan diterapkan untuk meramalkan harga emas Antam pada periode 2015 hingga 2024 serta memproyeksikan harga pada periode 2025 hingga 2027. Model dibangun melalui tahap penyusunan data historis, pembentukan barisan kumulatif dengan metode *Accumulated Generating Operation* (AGO), serta estimasi parameter menggunakan metode kuadrat terkecil sesuai teori *Grey System*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk model GM(1,1) sebesar 10,35%, sedangkan *Grey-Verhulst* sebesar 95,46%. Nilai ini membuktikan bahwa model GM(1,1) memiliki tingkat akurasi yang lebih baik karena mampu menghasilkan peramalan yang mendekati data aktual dengan kriteria nilai MAPE yang termasuk kategori peramalan akurat. Berdasarkan perhitungan model GM(1,1) sebagai metode terbaik, diperoleh hasil proyeksi harga emas Antam untuk tahun 2025 sebesar Rp 1.725.617, tahun 2026 sebesar Rp 1.931.998, dan tahun 2027 sebesar Rp 2.163.062. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model GM(1,1) layak digunakan untuk meramalkan harga emas pada kondisi data historis yang terbatas dengan pola tren linier. Meskipun demikian, hasil peramalan ini tetap bergantung pada berbagai faktor eksternal, seperti kondisi perekonomian global, kebijakan moneter, fluktuasi nilai tukar, serta dinamika permintaan dan penawaran emas dunia. Oleh karena itu, hasil prediksi ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi awal bagi investor dan pihak terkait dalam mengambil keputusan, dengan tetap mempertimbangkan perkembangan situasi ekonomi yang dapat memengaruhi harga emas di masa depan.

Daftar Pustaka

- Beaumont, C., Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1984). Forecasting: Methods and Applications. *The Journal of the Operational Research Society*, 35(1), 79. <https://doi.org/10.2307/2581936>
- Fitro, A., & Prasetyo, H. (2021). IMPLEMENTASI METODE GREY VERHULST UNTUK MENDUKUNG KEBIJAKAN DALAM MENGANTISIPASI MAHASISWA DROPOUT The Application of the Gray Verhulst Method to Support Policies in Anticipating Students Dropping Out of School. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, 3(02), 180–187.
- Gold Council, W. (n.d.). *Retail gold insights 2019 A world of opportunity About the World Gold Council*.
- Huang, Y.-L., & Lee, Y.-H. (2011). Accurately Forecasting Model for the Stochastic Volatility Data in Tourism Demand. *Modern Economy*, 02(05), 823–829. <https://doi.org/10.4236/me.2011.25091>
- Lestari, T. S., & Sirodj, D. A. N. (2022). Klasifikasi Penipuan Transaksi Kartu Kredit Menggunakan Metode Random Forest. *Jurnal Riset Statistika*, 1(2), 160–167. <https://doi.org/10.29313/jrs.v1i2.525>
- Liu, S., & Yi-Lin Forrest, J. (n.d.). *Introduction 1.1 Scientific Background for the Appearance of Grey Systems Theory*. <https://www.researchgate.net/publication/270902483>
- Manickam, A., Indrakala, S., & Kumar, P. (2023). A Novel Mathematical Study on the Predictions of Volatile Price of Gold Using Grey Models. *Contemporary Mathematics (Singapore)*, 4(2), 270–285. <https://doi.org/10.37256/cm.4220232389>
- Novian, W., & Herlina, M. (2022). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perilaku Masyarakat terhadap Penggunaan Internet pada Desa Digital Sukaraja. *Jurnal Riset Statistika*, 161–168. <https://doi.org/10.29313/jrs.v2i2.1466>
- Shodiq, M., & Saputra, B. D. (2022). Grey Forecasting Model Untuk Peramalan Harga Ikan Budidaya. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(6), 1770. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i6.5120>
- Wahyuningsih, S. (2023). *Studi Literatur Mengenai Prediksi Harga Emas Menggunakan Machine Learning*. 10(2), 112–117.
- Yang, X. (2019). *The Prediction of Gold Price Using ARIMA Model*.
- Zahro, D. A. F., Muqtadir, A., & Suryanto, A. A. (2024). Komparasi Metode Grey GM (1.1) Dan Grey Verhulst Untuk Prediksi Harga Sembako. *Faktor Exacta*, 17(2), 179. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v17i2.22408>
- Zamani, H., Ismail, N., & Faroughi, P. (2014). POISSON-WEIGHTED EXPONENTIAL UNIVARIATE VERSION AND REGRESSION MODEL WITH APPLICATIONS. *Journal of Mathematics and Statistics*, 10(2), 148–154. <https://doi.org/10.3844/jmssp.2014.148.154>