

ANALISIS TITIK KESEIMBANGAN HARGA EMAS MENGUNAKAN METODE BISEKSI

Daffa Muhammad Khrisadi, Muhammad Jazuli,
Johanes Efata Putra Diaz Prasetyo, Sischa Wahyuning Tyas*, Anggraini Puspita Sari
Sains Data, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia
sischa_wahyuning.sada@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Harga emas global selama periode 2022–2025 menunjukkan volatilitas tinggi akibat interaksi faktor ekonomi, geopolitik, serta dinamika permintaan dan penawaran. Namun, penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada pendekatan prediktif berbasis deep learning dan masih terbatas dalam memberikan interpretasi ekonomi terkait mekanisme pembentukan harga dan keseimbangan pasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi titik keseimbangan harga emas menggunakan pendekatan berbasis permintaan–penawaran yang dikombinasikan dengan metode numerik. Data yang digunakan berupa data sekunder XAU/USD yang mencakup harga penutupan dan volume transaksi, yang dianalisis menggunakan regresi linier untuk membentuk fungsi permintaan dan penawaran. Selanjutnya, dibentuk fungsi excess demand yang bersifat kontinu dan diselesaikan menggunakan metode Biseksi hingga mencapai toleransi kesalahan sebesar 10^{-6} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik keseimbangan harga emas diperoleh pada $P = 2353.27988$ USD, yang merepresentasikan kondisi keseimbangan pasar. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Biseksi efektif dalam menghasilkan solusi yang stabil dan konvergen serta mendukung analisis harga yang lebih interpretatif berbasis teori ekonomi.

Kata kunci: harga emas, keseimbangan pasar, permintaan–penawaran, metode Biseksi, analisis numerik.

1. PENDAHULUAN

Harga emas global selama periode 2022–2025 menunjukkan fluktuasi yang signifikan dalam rentang 1.628 hingga 3.865 USD. Volatilitas ini mencerminkan meningkatnya ketidakpastian ekonomi global, tekanan geopolitik, serta dinamika pasar keuangan pasca pandemi. Dalam konteks tersebut, emas tidak hanya dipandang sebagai instrumen investasi, tetapi juga sebagai indikator stabilitas ekonomi global. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa emas berperan sebagai aset safe haven yang cenderung mengalami peningkatan permintaan ketika risiko makroekonomi dan ketidakpastian pasar meningkat [1][2][3]. Hal ini mengindikasikan bahwa pembentukan harga emas tidak hanya dipengaruhi oleh faktor moneter dan inflasi, tetapi juga oleh ekspektasi pelaku pasar, preferensi investor, serta interaksi kompleks antara permintaan dan penawaran.

Dalam perspektif ekonomi mikro, harga keseimbangan terbentuk pada titik perpotongan antara fungsi permintaan dan penawaran. Namun, pada kondisi pasar modern yang ditandai oleh informasi tidak lengkap, heterogenitas pelaku ekonomi, serta struktur yang tidak linier, penentuan titik keseimbangan menjadi lebih kompleks dan sulit diperoleh secara analitik. Studi pada sistem ekonomi dan energi modern menunjukkan bahwa mekanisme keseimbangan pasar dalam lingkungan yang kompleks memerlukan pendekatan komputasi yang adaptif dan berbasis numerik [4][5]. Dengan demikian, permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan titik keseimbangan harga emas secara kuantitatif ketika bentuk analisis fungsi

permintaan dan penawaran tidak diketahui secara eksplisit.

Permasalahan tersebut dapat diformulasikan sebagai pencarian akar dari fungsi excess demand, yaitu selisih antara permintaan dan penawaran, yang bersifat kontinu. Pendekatan ini telah banyak digunakan dalam kajian ekonomi komputasional untuk menentukan harga keseimbangan dalam kondisi sistem yang kompleks [6]. Salah satu metode numerik yang memiliki sifat stabil dan menjamin konvergensi adalah metode Biseksi, yang bekerja dengan memanfaatkan perubahan tanda fungsi pada interval tertentu. Metode ini relatif robust terhadap noise data dan ketidakpastian model, sehingga sesuai untuk analisis pasar emas yang memiliki volatilitas tinggi.

Meskipun demikian, penelitian terkait harga emas saat ini masih didominasi oleh pendekatan prediktif berbasis deep learning dan analisis deret waktu yang berfokus pada akurasi peramalan [7][10]. Pendekatan tersebut cenderung kurang memberikan interpretasi ekonomi mengenai mekanisme pembentukan harga dan keseimbangan pasar. Di sisi lain, pendekatan berbasis permintaan–penawaran dan optimasi telah terbukti efektif dalam menganalisis sistem ekonomi kompleks dan dapat dikombinasikan dengan metode pencarian akar untuk menentukan harga keseimbangan [8][9][11]. Namun, penerapan pendekatan tersebut pada komoditas emas masih relatif terbatas, sehingga terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diisi.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi titik keseimbangan harga emas dengan memodelkan fungsi permintaan dan penawaran menggunakan

regresi linier berbasis data historis XAU/USD. Selanjutnya, titik keseimbangan ditentukan melalui penerapan metode Biseksi sebagai solusi numerik yang stabil dan konvergen. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih interpretatif terhadap mekanisme pembentukan harga emas, sekaligus menawarkan kerangka analisis kuantitatif yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, kajian literatur dikompilasi guna menyediakan fondasi teoritis yang menunjang analisis titik keseimbangan harga emas dengan memanfaatkan metode Biseksi. Diskusi meliputi sumber-sumber terkini mengenai pergerakan harga emas dan tendensi pasar global, konsep permintaan-penawaran yang menentukan harga pada titik keseimbangan, serta kerangka ekonomi mikro yang menguraikan bentuk kurva permintaan dan penawaran. Lebih lanjut, metode numerik, khususnya metode Biseksi, dibahas sebagai dasar untuk menyelesaikan persamaan keseimbangan secara matematis. Melalui studi ini, teridentifikasi area penelitian terkait penerapan metode numerik yang efisien pada komoditas emas, yang selanjutnya menjadi justifikasi esensial bagi pelaksanaan riset ini.

2.1. Harga Emas Dan Perilaku Pasar

Harga emas menunjukkan karakteristik khusus dalam dinamika pasar global karena perannya sebagai aset *safe haven* di tengah ketidakpastian ekonomi dan volatilitas pasar keuangan. Sejumlah studi empiris menegaskan bahwa permintaan emas cenderung meningkat ketika risiko sistemik, ketidakstabilan makroekonomi, dan tekanan pasar global menguat, sehingga pembentukan harganya sangat dipengaruhi oleh sentimen risiko dan ekspektasi investor [1][2]. Selain faktor moneter, perilaku harga emas juga dipengaruhi oleh preferensi investor terhadap alternatif aset, hubungan substitusi dengan instrumen keuangan lain, serta persepsi terhadap prospek ekonomi global [3]. Karakteristik ini menjadikan harga emas tidak semata-mata ditentukan oleh mekanisme pasar konvensional, tetapi juga oleh respons pasar terhadap ketidakpastian, sehingga pemahaman perilaku harga emas menjadi krusial dalam pemodelan fungsi permintaan dan penawaran serta analisis keseimbangan pasar [1][2].

2.2. Teori Permintaan, Penawaran dan Keseimbangan Pasar

Model keseimbangan pasar menggambarkan interaksi antara permintaan dan penawaran dalam menentukan tingkat harga yang menyamakan jumlah barang yang diminta dengan jumlah barang yang ditawarkan. Literatur ekonomi kontemporer menegaskan bahwa keseimbangan pasar bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh elastisitas harga, pergeseran preferensi konsumen, kemajuan teknologi,

serta kondisi makroekonomi dan ketidakpastian global [4][5]. Pada komoditas emas, dinamika permintaan menjadi lebih kompleks karena perannya sebagai aset *safe haven*, sehingga pembentukan harga sangat sensitif terhadap ekspektasi pasar dan volatilitas ekonomi global [1][2]. Oleh karena itu, hubungan permintaan dan penawaran direpresentasikan secara matematis sebagai fungsi harga untuk memungkinkan analisis kuantitatif dan penentuan kondisi keseimbangan pasar secara empiris [8][9].

Secara matematis, fungsi permintaan dinyatakan sebagai hubungan negatif antara harga dan jumlah barang yang diminta, yang dapat dimodelkan dalam bentuk linear sebagai berikut:

$$Q_d(P) = \alpha_d + \beta_d P, \beta_d < 0 \quad (1)$$

dengan:

- $Q_d(P)$: menyatakan jumlah permintaan pada tingkat harga P
- α_d : merupakan titik potong kurva permintaan pada sumbu kuantitas ketika harga bernilai nol,
- β_d : adalah koefisien kemiringan (slope) kurva permintaan yang bernilai negatif,
- P : merepresentasikan harga komoditas emas (XAU).

Sementara itu, fungsi penawaran merepresentasikan hubungan positif antara harga dan jumlah barang yang ditawarkan oleh produsen, yang secara umum dirumuskan sebagai:

$$Q_s(P) = \alpha_s + \beta_s P, \beta_s > 0 \quad (2)$$

dengan:

- $Q_s(P)$: menyatakan jumlah penawaran pada tingkat harga P
- α_s : merupakan titik potong kurva penawaran pada sumbu kuantitas ketika harga bernilai nol
- β_s : adalah koefisien kemiringan (slope) kurva penawaran yang bernilai positif
- P : menunjukkan harga komoditas emas (XAU)

Dalam konteks pasar komoditas emas, proses penyesuaian harga menuju keseimbangan tidak hanya ditentukan oleh mekanisme permintaan dan penawaran semata, tetapi juga dipengaruhi oleh keterbatasan pasokan, volatilitas pasar yang tinggi, serta dinamika geopolitik global. Keseimbangan pasar tercapai ketika jumlah permintaan sama dengan jumlah penawaran, yaitu pada kondisi $Q_d(P) = Q_s(P)$. Oleh karena itu, rumusan fungsi permintaan dan penawaran yang akurat menjadi prasyarat esensial sebelum metode kuantitatif, termasuk metode numerik, digunakan untuk mengidentifikasi titik keseimbangan harga secara empiris.

2.3. Metode Numerik dan Metode Biseksi

Metode Biseksi merupakan metode numerik pencarian akar yang banyak digunakan untuk menentukan solusi fungsi kontinu ketika solusi analitik tidak tersedia atau sulit diperoleh. Dalam konteks analisis ekonomi, khususnya penentuan keseimbangan pasar, masalah titik keseimbangan dapat diformulasikan sebagai pencarian akar fungsi excess demand yang merepresentasikan selisih antara permintaan dan penawaran [8][9]. Sejumlah studi menunjukkan bahwa pendekatan pencarian akar sangat relevan untuk menentukan harga keseimbangan pada sistem ekonomi yang bersifat non-linear dan dipengaruhi oleh ketidakpastian informasi [4]. Meskipun memiliki laju konvergensi yang lebih lambat dibandingkan metode berbasis turunan, metode Biseksi tetap banyak digunakan karena sifatnya yang stabil, deterministik, dan menjamin konvergensi selama syarat perubahan tanda fungsi pada interval awal terpenuhi [9][11]. Karakteristik ini menjadikan metode Biseksi sesuai untuk mengidentifikasi harga keseimbangan komoditas emas yang memiliki volatilitas tinggi dan dinamika pasar yang kompleks.

Penerapan Metode Biseksi diawali dengan pendefinisian fungsi yang akan dicari akarnya. Dalam konteks keseimbangan pasar, fungsi tersebut direpresentasikan sebagai fungsi excess demand, yaitu selisih antara fungsi permintaan dan fungsi penawaran, yang dirumuskan sebagai:

$$F(P) = D(P) - S(P) \quad (3)$$

dengan:

$F(P)$: fungsi excess demand
 $D(P)$: fungsi permintaan pada tingkat harga P
 $S(P)$: fungsi penawaran pada tingkat harga P
 P : harga komoditas emas

Interval awal $[a, b]$ dipilih dengan memenuhi syarat perubahan tanda fungsi, yaitu:

$$F(a) \cdot F(b) < 0 \quad (4)$$

dengan:

a : batas bawah interval harga
 b : batas atas interval harga

Kondisi ini menjamin bahwa akar fungsi berada di dalam interval tersebut. Setelah syarat awal terpenuhi, titik tengah interval dihitung menggunakan persamaan:

$$m = \frac{a + b}{2} \quad (5)$$

dengan:

m : titik tengah interval $[a, b]$ yang menjadi pendekatan akar pada iterasi tertentu.

Iterasi Metode Biseksi dihentikan ketika nilai mutlak fungsi pada titik tengah telah lebih kecil dari batas toleransi galat yang ditetapkan, yaitu:

$$|F(m)| < 10^{-6} \quad (6)$$

dengan:

$F(m)$: nilai fungsi excess demand pada titik tengah interval hasil iterasi
 m : pendekatan akar (harga keseimbangan) pada iterasi tertentu
 10^{-6} : toleransi galat (error tolerance) yang menunjukkan tingkat ketelitian numerik

2.4. Penelitian Terdahulu

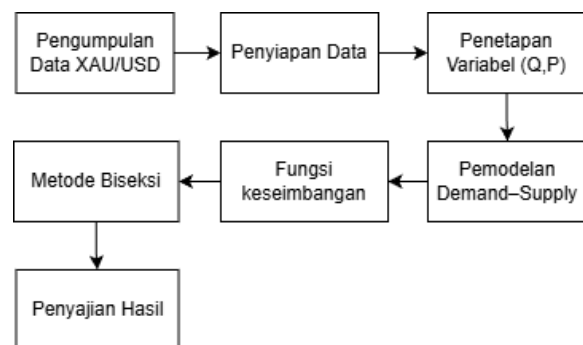
Penelitian harga emas umumnya terbagi ke dalam tiga pendekatan utama. Pertama, pendekatan prediktif berbasis deep learning dan deret waktu yang berfokus pada akurasi peramalan jangka pendek, seperti yang dilakukan oleh Zangana dan Obeyd [7], [10], namun cenderung kurang memberikan interpretasi ekonomi terhadap mekanisme pembentukan harga.

Kedua, pendekatan perilaku pasar yang menekankan peran emas sebagai safe haven, di mana Amerić [1], Feder-Sempach [2], serta Gökgöz et al. [3] menunjukkan bahwa harga emas dipengaruhi oleh ketidakpastian global dan risiko sistemik. Meskipun memberikan pemahaman kontekstual, pendekatan ini belum secara kuantitatif menentukan titik keseimbangan harga.

Ketiga, pendekatan berbasis keseimbangan dan optimasi, seperti yang dikembangkan oleh Li et al. [8] dan Jalota [9], serta didukung oleh studi sistem ekonomi modern [4], [5], [11], yang relevan untuk menentukan harga keseimbangan. Namun, penerapannya pada komoditas emas masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi kesenjangan dengan mengintegrasikan pemodelan permintaan–penawaran berbasis regresi linier dan metode Biseksi untuk menentukan titik keseimbangan harga emas secara kuantitatif dan interpretatif.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis numerik. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengolahan data numerik, pembentukan model matematis, serta penerapan algoritma numerik untuk memperoleh nilai keseimbangan harga. Seluruh tahapan analisis dilakukan secara terstruktur dan dapat direplikasi berdasarkan data yang digunakan.



Gambar 1. Diagram alur tahapan penelitian

Diagram alur menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari pengumpulan data harga emas XAU/USD hingga penyajian hasil analisis. Setiap tahapan pada diagram tersebut dijelaskan secara rinci pada sub bab metodologi berikutnya.

3.1. Sumber Data dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa harga emas harian XAU/USD periode 2004–2025 yang diperoleh dari platform Kaggle. Dataset yang digunakan memuat informasi harga penutupan dan volume transaksi emas harian yang digunakan dalam proses analisis.

3.2. Penyiapan Data

Penyiapan data dilakukan secara minimal karena dataset yang digunakan dapat langsung diproses. Tahapan penyiapan data meliputi pemeriksaan format dataset agar dapat dibaca oleh sistem serta pemilihan kolom yang digunakan dalam analisis, yaitu kolom harga penutupan (*close*) dan volume transaksi. Tidak dilakukan transformasi atau modifikasi lanjutan terhadap data.

3.3. Operasionalisasi Variabel

Penelitian ini menggunakan dua variabel utama yang bersumber dari dataset harga emas XAU/USD, yaitu variabel harga dan variabel kuantitas. Kedua variabel tersebut digunakan dalam proses pemodelan dan analisis numerik.

a. Harga (P)

Variabel harga merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari kolom *close* pada dataset XAU/USD. Variabel ini dinyatakan dalam satuan USD per ounce dan digunakan sebagai variabel independen dalam pemodelan.

b. Kuantitas (Q)

Variabel kuantitas merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari kolom *volume* pada dataset XAU/USD. Variabel ini digunakan sebagai variabel dependen dalam proses pembentukan model.

3.4. Pembentukan Model Permintaan dan Penawaran

Pembentukan model permintaan dan penawaran dilakukan menggunakan metode regresi linear dengan pendekatan *ordinary least squares* (OLS). Estimasi parameter dilakukan berdasarkan data harga dan volume transaksi emas yang tersedia pada dataset. Parameter hasil estimasi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembentukan fungsi permintaan dan fungsi penawaran yang akan dianalisis pada tahap berikutnya.

3.5. Pembentukan Model Keseimbangan dan Penawaran

Analisis keseimbangan dilakukan dengan membentuk fungsi keseimbangan yang diperoleh dari selisih antara hasil estimasi fungsi permintaan dan

fungsi penawaran pada tingkat harga tertentu. Fungsi ini digunakan untuk merepresentasikan kondisi ketika nilai permintaan dan penawaran belum berada pada keadaan seimbang.

3.6. Karakteristik Fungsi Keseimbangan

Fungsi keseimbangan diperlakukan sebagai fungsi akar dalam proses analisis numerik. Nilai keseimbangan harga ditentukan dengan mencari harga yang menghasilkan nilai fungsi mendekati nol. Pada interval harga yang digunakan, fungsi keseimbangan menunjukkan sifat monoton sehingga hanya memiliki satu akar. Perubahan tanda nilai fungsi pada batas interval digunakan sebagai dasar dalam penerapan metode Biseksi untuk menentukan arah pencarian solusi.

3.7. Metode Biseksi

Metode Biseksi digunakan untuk mencari akar dari fungsi keseimbangan $F(P)$ sebagai dasar penentuan harga keseimbangan. Proses diawali dengan menentukan interval awal $[a, b]$ yang diperoleh dari nilai harga minimum dan maksimum pada data. Selanjutnya, dilakukan pengecekan perubahan tanda nilai fungsi pada batas interval untuk memastikan keberadaan akar di dalam interval tersebut, sebagaimana dinyatakan pada Persamaan (2.4).

Pada setiap iterasi, titik tengah interval dihitung menggunakan Persamaan (2.5) dan nilai fungsi pada titik tersebut dievaluasi. Interval baru kemudian ditentukan berdasarkan tanda nilai fungsi pada titik tengah dan salah satu batas interval sebelumnya. Jika nilai fungsi pada batas bawah dan titik tengah memiliki tanda yang berbeda, maka akar berada pada interval $[a, m]$. Sebaliknya, jika perubahan tanda terjadi antara titik tengah dan batas atas, maka akar berada pada interval $[m, b]$.

Proses iterasi dilakukan secara berulang hingga memenuhi kriteria konvergensi, yaitu ketika nilai absolut fungsi berada di bawah batas toleransi kesalahan yang telah ditetapkan, sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2.6). Nilai toleransi kesalahan ditetapkan sebesar 10^{-6} karena dianggap cukup untuk memberikan tingkat ketelitian numerik yang memadai tanpa meningkatkan jumlah iterasi secara berlebihan. Nilai ini sesuai dengan karakteristik metode Biseksi yang memiliki konvergensi stabil namun relatif lambat, serta sebanding dengan skala data harga emas yang dianalisis, sehingga kesalahan numerik yang dihasilkan tidak mempengaruhi interpretasi nilai keseimbangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang akan disajikan meliputi estimasi fungsi permintaan dan penawaran, proses iterasi metode Biseksi, serta nilai titik keseimbangan yang diperoleh berdasarkan kriteria konvergensi yang telah ditetapkan.

4.1. Hasil Perhitungan Metode Biseksi

Proses penentuan titik keseimbangan dilakukan dengan menggunakan fungsi excess demand pada persamaan (2,3) yang dibentuk dari model linear permintaan dan penawaran. Pendekatan ini sejalan dengan kerangka analisis pasar kompetitif, yang menyebutkan bahwa titik keseimbangan dapat diperoleh dengan mencari harga ketika permintaan dan penawaran bernilai sama.

Estimasi parameter diperoleh melalui metode regresi linear terhadap data harga emas periode penelitian. Berdasarkan proses python, model yang terbentuk adalah:

$$\begin{aligned} D(P) &= 1.6832 - 0.0005P \\ S(P) &= -0.6832 + 0.0005P \end{aligned} \quad (1)$$

Dimana nilai intersep didapat dari kuantitas ketika harga berada pada level rendah, sedangkan slope ± 0.0005 menggambarkan sensitivitas perubahan kuantitas terhadap perubahan harga. Dengan menggunakan kedua fungsi tersebut, nilai harga yang membuat permintaan sama dengan penawaran dicari melalui pencarian akar pada fungsi excess demand dengan iterasi. Hasil iterasi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Iterasi Metode Biseksi untuk Pencarian Titik Keseimbangan Harga Emas

Iter	a	b	mid	f(mid)	f(mid)
1	1628.030000	3865.88000	2746.95500	-3.958819e-01	3.958819e-01
2	1628.030000	2746.95500	2187.49250	1.667168e-01	1.667168e-01
3	2187.492500	2746.95500	2467.22375	-1.145826e-01	1.145826e-01
...	...	...	...	...	...
17	2353.275608	2353.30975	2353.29268	-1.284741e-05	1.284741e-05
18	2353.275608	2353.29268	2353.28414	-4.262835e-06	4.262835e-06
19	2353.275608	2353.28414	2353.27988	2.945188e-08	2.945188e-08

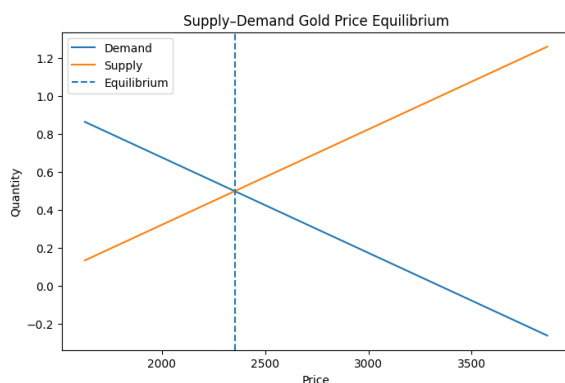
Proses iteratif berhenti pada iterasi ke-19 ketika nilai absolut fungsi mencapai kurang dari toleransi 10^{-6} . Berdasarkan hasil tersebut, titik keseimbangan yang diperoleh adalah:

$$P^* = 2353.27988 \text{ USD}$$

Nilai ini merupakan harga yang paling stabil pada rentang data yang dianalisis karena selisih antara permintaan dan penawaran mendekati nol sehingga tidak terdapat tekanan pasar untuk harga bergerak naik atau turun. pada harga P^* tersebut, kuantitas yang diminta konsumen sama dengan kuantitas yang ditawarkan produsen

4.2. Visualisasi Hasil

Hubungan antara fungsi permintaan dan penawaran divisualisasikan melalui Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi Hubungan fungsi permintaan dan penawaran

Grafik menunjukkan bahwa kurva permintaan

$$D(P) = 1.6832 - 0.0005P$$

dan kurva penawaran

$$S(P) = -0.6832 + 0.0005P$$

Berpotongan pada garis vertikal pada $P^* = 2353.27988$ USD. Konsistensi antara hasil komputasi dan grafik menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh tidak hanya sah secara matematis, tetapi juga logis dalam konteks hubungan ekonomi dasar karena:

- harga di bawah P^* menghasilkan permintaan lebih besar dari penawaran (excess demand),
- harga di atas P^* menghasilkan penawaran lebih besar dari permintaan (excess supply),
- perpotongan fungsi menggambarkan titik dimana kedua kondisi tersebut tidak terjadi.

Ini menandakan bahwa nilai P^* merupakan titik keseimbangan pasar emas yang valid berdasarkan data dan model yang digunakan.

Kurva permintaan juga tampil menurun karena koefisien slope bernilai negatif (-0.0005), sesuai hukum permintaan bahwa kuantitas diminta menurun ketika harga meningkat. Sementara itu, kurva penawaran meningkat dengan slope positif $+0.0005$. Pola ini merefleksikan prinsip produksi kompetitif, yaitu bahwa produsen bersedia meningkatkan jumlah output ketika harga naik karena kenaikan harga meningkatkan marginal revenue relatif terhadap marginal cost.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini mengkonfirmasi efektivitas metode Biseksi dalam menetapkan titik keseimbangan harga emas secara stabil dan konsisten. Pendekatan ini dikembangkan melalui fungsi permintaan dan penawaran yang berasal dari estimasi regresi. Analisis numerik dan visualisasi kurva menegaskan bahwa metode ini secara akurat mengidentifikasi harga pada kondisi keseimbangan pasar. Penerapan metode

numerik ini selaras dengan teori keseimbangan pasar, menyajikan dasar analisis yang kuat dan terukur.

Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengembangan model dengan menambah variabel yang relevan atau mencoba metode numerik lain sebagai pembanding agar analisis menjadi lebih komprehensif. Selain itu, penggunaan data dengan rentang waktu berbeda juga dapat memberikan gambaran yang lebih luas mengenai kestabilan model. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan awal bagi studi lanjutan yang ingin memperdalam analisis keseimbangan harga emas maupun komoditas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Arnerić, "The safe-haven feature of gold in the recent crisis," *EconStor*, 2023.
- [2] E. Feder-Sempach, P. Szczepocki, and J. Bogolebska, "Global uncertainty and potential shelters: Gold, Bitcoin, and currencies as weak and strong safe havens for main world stock markets," *Financial Innovation*, vol. 10, art. no. 67, 2024.
- [3] H. Gökgöz, A. A. Syed, H. Alnafisah, and A. Jeribi, "Safe haven for Bitcoin: Digital and physical gold or currencies?" *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.*, vol. 20, no. 3, pp. 171–184, 2025.
- [4] T. Cheng, H. Zhong, and Q. Xia, "Market equilibrium based on cloud-edge collaboration," *CSEE J. Power Energy Syst.*, vol. 10, no. 1, pp. 96–104, 2024.
- [5] H. Zhou et al., "Economic dispatch of power retailers: A bi-level programming approach via market clearing price," *Energies*, vol. 15, no. 19, art. no. 7087, 2022.
- [6] J. Arnerić, "The safe-haven feature of gold in the recent crisis," *EconStor*, 2023.
- [7] H. M. Zangana and S. R. Obeyd, "Deep learning-based gold price prediction: A novel approach using time series analysis," *Sistemasi: J. Sist. Inform.*, vol. 13, no. 6, pp. 45–58, Nov. 2024.
- [8] S. Li, W. Gong, X. Yan, and L. Gao, "Supply-demand-based optimization," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 73182–73198, 2021.
- [9] D. Jalota, H. Sun, and N. Azizan, "Online learning for equilibrium pricing in markets under incomplete information," *arXiv*, 2023.
- [10] H. M. Zangana and S. R. Obeyd, "Deep learning-based gold price prediction: A novel approach using time series analysis," *Sistemasi*, 2024.
- [11] W. Wu, S. Liu, and S. Zhu, "Distributed dual gradient tracking for economic dispatch in power systems with noisy information," *arXiv*, 2021.