

# Aplikasi Cerdas Berbasis Website Prediksi Harga Emas dengan Implementasi Algoritma Smoothing Time Series Forecasting

Muhammad Al-Husaini<sup>1)\*</sup>, Aam Hermansyah<sup>2)</sup>, Vega Purwayoga<sup>3)</sup>, Hen Hen Lukmana<sup>4)</sup>, Delvan Ramadhan<sup>5)</sup>

alhusaini@unsil.ac.id<sup>1)</sup>, amzhermanzyah@gmail.com<sup>2)</sup>, vega.purwayoga@unsil.ac.id<sup>3)</sup>,  
henhenlukmana@unsil.ac.id<sup>4)</sup>, deru.dhan@gmail.com<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Universitas Siliwangi

Received: 28 November 2022

Accepted: 15 Desember 2022

Published: 15 Desember 2022



\* Yuldan Nur Addinsyah

**Kata Kunci:** Harga Emas ,  
Prediksi, *Simple Exponential Smoothing*, *Holt's Exponential Smoothing*, *Holt's-Winter's Exponential Smoothing*

**DSI: Jurnal Data Science**

**Indonesia** is licensed under a  
Creative Commons  
Attribution-NonCommercial  
4.0 International (CC BY-NC  
4.0).

**Abstrak :** Investasi emas merupakan hal yang umum dilakukan oleh masyarakat pada saat ini. Harga emas adalah salah satu hal penting yang menjadi fokus utama dalam melakukan investasi emas yang perlu akurasi ketepatan prediksi baik dalam kurun waktu minggu, hari ataupun tahun sehingga mampu memudahkan untuk menggunakan prediksi tersebut dalam berinvestasi baik untuk membeli atau menjual emas tersebut. Aplikasi berbasis web dengan implementasi algoritma *time series forecasting* ini dibangun untuk memudahkan dalam prediksi harga emas dengan menggunakan metode pemulusan *moving average simple exponential smoothing* hingga *holt's exponential* dan *holt's winter's exponential smoothing*. Metode penelitian yang digunakan pada rancang bangun aplikasi berbasis web ini menggunakan metode *prototype* dari pengumpulan atau analisa kebutuhan sistem, membangun *prototyping*, mengkodekan sistem, evaluasi sistem, pengujian sistem hingga penggunaan sistem. Implementasi menggunakan algoritma pemulusan *time-series forecasting* yaitu menggunakan dataset yang diambil dari *application programming interface (API)* <https://metalpriceapi.com> dengan jumlah data harga emas yang digunakan sejumlah 872 data yang dilakukan pengujian akurasi menggunakan *mean absolute percentage error (MAPE)* untuk menguji akurasi data aktual dan prediksi dari ketiga algoritma tersebut yaitu dengan menghasilkan 5,517 % untuk metode *simple exponential smoothing*, 4,93 % pada metode *holt's exponential smoothing*, dan 2,78 % untuk *holt's winter's exponential smoothing*. Penggunaan algoritma *holt's-winter's* menghasilkan akurasi yang lebih baik dari kedua algoritma sebelumnya dengan persentase akurasi yang baik berdasarkan pengujian akurasi *mean absolute percentage error* dengan nilai pengujian kurang dari 5 %.

## PENDAHULUAN

Dewasa ini disrupsi teknologi memberikan pengaruh dalam aktifitas kehidupan masyarakat, tidak terkecuali dalam hal investasi, salah satunya investasi perhiasan emas. Harga emas merupakan parameter yang menjadi fokus perhatian dalam penentuan jual-beli perhiasan jenis logam mulia ini, sehingga hal tersebut berkaitan dengan prediksi harga emas dalam kurun waktu saat ini. Implementasi teknologi dengan prosedur dan algoritma pengolahan data prediksi yang sesuai mampu menjadi solusi untuk memberikan rekomendasi dan prediksi dalam menentukan harga emas yang sesuai dengan berdasarkan data waktu berkala. Penelitian ini mengembangkan aplikasi berbasis website yang dilengkapi analisis prediksi serta rekomendasi dengan algoritma *time series forecasting* atau data berkala dengan implementasi algoritma Holt's Winters dengan

pemulusan *Triple Exponential Smoothing*, implementasi dari algoritma tersebut pada web yang telah dibangun dapat digunakan untuk melakukan prediksi pergerakan harga emas dalam melakukan investasi dalam periode yang akan datang baik dalam kurun waktu bulan, minggu, ataupun tahun pada aplikasi berbasis website yang telah dibuat.

## TINJAUAN LITERATUR

Sigit Riyadi dkk (2019) dalam penelitiannya [1] tentang "Aplikasi Prediksi Harga Emas dan Administrasi Toko Perhiasan dengan Metode Regresi Linear Sederhana" dengan rancang bangun aplikasi berkaitan dengan implementasi algoritma regresi linear untuk prediksi harga emas dengan hasil nilai galat yang cukup tinggi dengan harga prediksi senilai 587004 dan untuk harga sebenarnya yaitu 587034,48 dengan persentase sejumlah 99,99% untuk periode tahun 2017, hasil tersebut mengindikasikan nilai galat yang sangat tinggi dengan faktor utama pengaruh harga galat dengan inflasi.

Pembahasan implementasi algoritma lainnya berkaitan yaitu penelitian oleh Azhar Syahputra dkk (2020) pada penelitiannya [2] mengenai "Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Pada Aplikasi Prediksi Harga Emas Dunia" dengan hasil dan penggunaan smoothing atau pemulusan peramalan pertama dan kedua untuk implementasi algoritma pada prediksi pergerakan harga emas tersebut.

Penelitian yang berfokus untuk menentukan galat dengan membandingkan data asli dan prediksi yang dengan menerapkan *Root Mean Square Error* yaitu oleh Yunita dkk. (2021) [3] mengenai "Implementasi Root Mean Square Error Untuk Melakukan Prediksi Harga Emas Dengan Menggunakan Algoritma Multilayer Perceptron". Penelitian [4] mengenai "Implementasi Metode *Fuzzy Time Series* Dengan Model Algoritma Chen Untuk Memprediksi Harga Emas" memperoleh hasil dengan memanfaatkan aplikasi MATLAB bahwa dengan penerapan metode tersebut dan algoritma Chen menghasilkan selisih rata-rata serta dengan data aktual tidak melebihi Rp. 2.850,-, pada penelitian ini metode dan algoritma tersebut hanya menggunakan satu data dalam memprediksi harga emas tersebut.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Anisa Aulia dkk (2022) [5] tentang "Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Algoritma *Support Vector Regression* (SVR) dan *Linear Regression* (LR)" mendapatkan hasil bahwa dengan penggunaan algoritma *Linear Regression* (LR) memiliki nilai *error* yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan *Support Vector Regression* (SVR) dengan hasil *Mean Square Error* senilai 4,044 lebih baik dari nilai 7,524 untuk SVR.

Penelitian berkaitan dengan prediksi menggunakan metode *smoothing* terdapat pada penelitian oleh Rizky Fajar Sholeh dkk (2021) [6] tentang "Peramalan Harga Emas di Indonesia Menggunakan Algoritma Double Exponential Smoothing Damped Trend" memperoleh hasil yang sangat baik dengan model algoritma tersebut yang menghasilkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) senilai 0,49%.

Penelitian yang dilaksanakan oleh Nisa dkk (2019) [7] tentang "Prediksi Harga Emas Menggunakan *Feed Forward Neural Network* (FFNN) dengan Metode *Extreme Learning Maching*" memperoleh hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu dengan algoritma tersebut senilai 0,5499%, hasil prediksi tersebut cukup mendekati dengan nilai aktual nya dengan data hingga tahun 2019.

Penerapan algoritma lainnya untuk memprediksi harga emas yang dilaksanakan oleh Prabowo dkk (2019) [8] tentang "Implementasi Metode *K-Nearest Neighbor* Dan Regresi Linear Dalam Prediksi Harga Emas" mendapatkan hasil *relative error* dalam pengujiannya senilai 0,39 % dari perbandingan harga prediksi dengan harga aktual. Penelitian oleh Radhamani dkk (2022) [9] tentang "Gold Price Prediction Using ML Algorithm" menerapkan beberapa algoritma *machine learning* seperti Regresi Linear, *decision tree*, *random forest*, memperoleh hasil bahwa penggunaan *random forest* merupakan algoritma yang lebih baik dibandingkan algoritma lainnya pada pengujian tersebut dengan akurasi yang lebih akurat.

Penelitian berkaitan dengan *Time Series* atau data berkala oleh Aji Prasetya dkk (2022) [10] tentang "Time Series Analysis With Smoothed Convolutional Neural Network" dengan menguji optimalisasi performa dari penggunaan algoritma Smoothed CNN dengan memperoleh hasil perbandingan yang lebih baik dalam pengujiannya dengan algoritma Multilayer Perceptron (MLP), Long Short Term Memory (LSTM), dan Convolutional Neural Network (CNN) itu sendiri dengan *Mean Square Error* (MSE) senilai 0,026.

Penelitian berkaitan dengan penerapan *time series* oleh Abdul Khamid dkk (2021) [11] tentang “Rancang Bangun Sistem Informasi Peramalan Penjualan pada Songkok Palapa Gresik dengan Metode *Time – Series* berbasis *Website*” yaitu rancang bangun website dengan penggunaan *waterfall* pada pengembangan perangkat lunak serta algoritma *Least Mean Square*, *Moving Average*, dan *Single Exponential Smoothing*.

Penelitian terkait mengenai pembuatan website dengan menggunakan algoritma peramalan yaitu oleh Giandicka dkk (2021) [12] tentang “Sistem Informasi Pengolahan Data Penjualan Dan Peramalan Pembelian Setiap Pelanggan Dengan Metode *Trend Projection* Berbasis Website Pada Pt. Aldora Sukses Perkasa Tanjungpinang” menghasilkan aplikasi berbasis website untuk pengolahan peramalan pembelian untuk pengguna dengan penggunaan algoritma *Trend Projection*. Aplikasi yang dibuat memiliki tujuan untuk membantu pengguna dalam proses pencetakan laoran stok serta laoran penjualan.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian aplikasi berbasis web prediksi ini terdapat beberapa tahapan yaitu:

### A. Pengolahan Data

Penelitian dalam peramalan menggunakan algoritma *time series* ini menggunakan acuan data secara *real time* melalui penggunaan *Application Programming Interface* (API) <https://metalpriceapi.com>. Pada *website* tersebut pemanfaatan API yang tersedia yaitu data harga emas terbaru secara berkala. Data tersebut dapat kita sesuaikan menjadi data berbentuk *comma-separated values (csv)* .

### B. Implementasi Algoritma *Time Series*

Penerapan algoritma ini dalam prediksi harga emas menggunakan perhitungan menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu:

#### 1. *Simple Exponential Smoothing (SES) Methods*

Metode ini merupakan salah satu metode pemulusan yang sederhana dengan hanya terdapat satu parameter yang diestimasi, persamaan ini memiliki formulasi seperti berikut:

$$F_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (1)$$

Keterangan notasi rumus diatas seperti berikut:

- $\alpha$  = konstanta pemulusan
- $y_t$  = data/observasi ke-t
- $F_t$  = data pada periode t
- $F_{t+1}$  = fungsi untuk nilai peramalan satu periode berikutnya

Fungsi pada  $F_{t+1}$  yaitu berdasarkan perhitungan hasil pembobotan sesuai dengan data terbaru  $y_t$  dengan melalui pembobotan  $\alpha$  serta peramalan terbaru  $F_t$  , selain itu rumus tersebut dilengkapi dengan selisih dari konstanta pemulusan.

#### 2. *Holt's Exponential Smoothing*

Metode ini merupakan perluasan dari *simple exponential smoothing* dengan menyesuaikan pada parameter *trend* sehingga menggunakan dua parameter. Metode ini menggunakan faktor *trend* untuk proses pemulusan yang bertujuan dalam menyesuaikan pola *trend*.

Persamaan yang digunakan yaitu dengan dua parameter pemulusan dan satu persamaan peramalan yaitu sebagai berikut:

$$L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) (L_t - b_{t-1}) \quad (2)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (3)$$

Berikut ini persamaan peramalan pada period  $m$  ke depan:

$$F_{t+m} = L_t + mb_t$$

Berikut ini keterangan notasi dari ketiga persamaan tersebut:

- $L_t$  = Level estimasi dari rangkaian data periode  $t$
- $\alpha$  = konstanta pemulusan untuk data
- $y_t$  = data/observasi pada periode  $t$
- $\beta$  = estimasi konstanta pemulusan pada *trend*
- $b_t$  = estimasi kemiringan pada periode  $t$
- $m$  = jumlah periode ke depan yang akan dilakukan peramalan

Pemilihan bobot  $\alpha$  dan  $\beta$  dengan cara meminimalkan *error* pada *Mean Square Error* (MSE), pemilihan bobot yang tinggi akan menghasilkan perubahan yang cepat pada *trend*, begitupun sebaliknya pemilihan bobot yang kecil menghasilkan perubahan yang relatif lambat.

### 3. Holt's- Winter's Exponential Smoothing

Metode ini merupakan perluasan dari metode sebelumnya yaitu *Holt's Methods* dengan menggunakan pola *trend* dan musiman, sehingga menambahkan satu parameter yaitu musim. Metode ini memiliki dua tipe pola yaitu *additive* dan *multiplicative*.

Berikut ini persamaan dengan menggunakan Holt's-Winter's tipe *additive* untuk pemulusan:

$$L_t = \alpha (y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (4)$$

Persamaan untuk estimasi *trend* tipe *additive*:

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (5)$$

Berikut ini persamaan untuk estimasi musim tipe *additive*:

$$S_{t+s} = \gamma (y_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-s} \quad (6)$$

Persamaan menggunakan Holt's-Winter's pola *multiplicative* yaitu untuk pemulusan:

$$L_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

Persamaan estimasi *trend* nya seperti berikut:

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \tag{8}$$

Persamaan untuk estimasi musim tipe multiplicative yaitu:

$$S_t = \gamma \frac{y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-1} \tag{9}$$

Persamaan Fungsi dari peramalan *holt's-winter's* tipe additive yaitu:

$$F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t+m-s} \tag{10}$$

Persamaan Fungsi dari peramalan *holt's-winter's* tipe multiplicative:

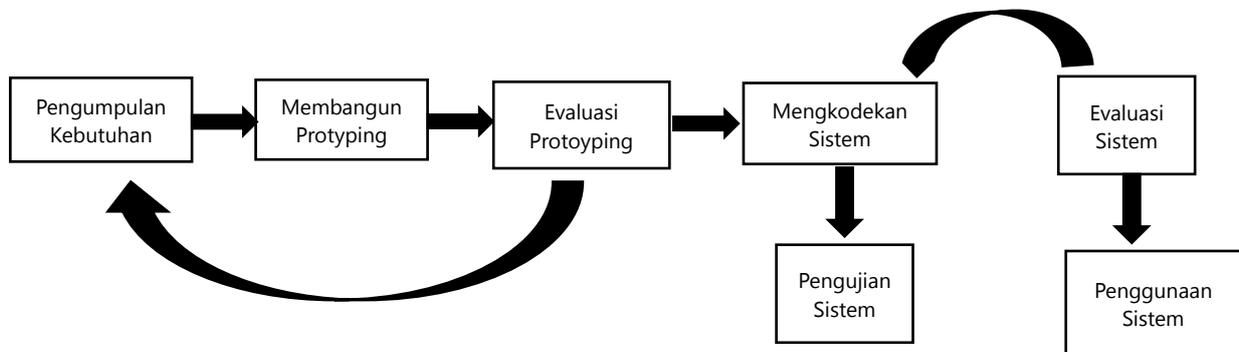
$$F_{t+m} = (L_t + mb_t) S_{t+m-s} \tag{11}$$

- $L_t$  = Level estimasi dari rangkaian data periode  $t$
- $\alpha$  = konstanta pemulusan untuk data
- $y_t$  = data/observasi pada periode  $t$
- $\beta$  = estimasi konstanta pemulusan pada *trend*
- $b_t$  = estimasi kemiringan pada periode  $t$
- $\gamma$  = konstanta pemulusan estimasi musim
- $S_t$  = komponen Estimasi musim
- $m$  = jumlah periode yang akan dilakukan peramalan
- $s$  = jumlah periode pada musim
- $F_{t+m}$  = fungsi peramalan kedepan untuk periode  $m$

### C. Pengembangan Sistem

Aplikasi berbasis *website* untuk peramalan prediksi harga emas hingga tahun 2023 ini tentunya perlu kebutuhan fungsional sistem serta relasi antara proses-proses yang terlibat pada aplikasi berbasis *website* berbasis web ini <https://learn-gold.vercel.app>. Metode yang digunakan pada pengembangan sistem ini yaitu metode *prototype*.

Penggunaan metode ini memiliki fleksibilitas karena dapat menyesuaikan dengan kondisi yang ada dengan dapat membuat suatu perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [12]. *Prototype* yang *website* untuk peramalan prediksi harga emas berbasis *website* ini dibangun berdasarkan tahapan:



Gambar 1. Metode *Prototype*

### 1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahapan ini melaksanakan pengumpulan kebutuhan sistem yang akan dibangun dengan mengidentifikasi tujuan dari kebutuhan fungsional peramalan yang akan dirancang pada *website*.

### 2. Membangun *Prototype*

Tahapan ini membangun model awal yaitu untuk menu analisa peramalan dalam *website* untuk kebutuhan pengguna.

### 3. Evaluasi *Prototyping*

Tahapan ini yaitu melaksanakan proses evaluasi oleh pengguna dengan tujuan untuk menyesuaikan kebutuhan dari sistem yang dibangun dengan melengkapi keinginan serta kebutuhan pengguna khususnya dalam fungsi analisa peramalan.

### 4. Pengkodean Sistem

Pada tahapan ini merupakan penyelesaian dari model *prototyping* yang telah disepakati dan selanjutnya perlu implementasi pada bahasa pemrograman yang akan digunakan. Pada pengembangan *website* ini akan menggunakan *javascript* untuk membangun *website* dan *python* untuk penerapan algoritma *time series*.

### 5. Pengujian Sistem

Sistem yang telah dibangun perlu pengujian untuk meminimalkan atau mengurangi dari *error* atau *bug* yang ada didalam menu pada *website* prediksi harga emas tersebut. Pengujian yang dilakukan yaitu menggunakan model pengujian *black box*.

## D. Analisis Sistem

Analisis dalam identifikasi kebutuhan sistem khususnya pada pengembangan *website* prediksi harga emas ini perlu dilaksanakan, dengan melakukan analisis pada:

### 1. Analisis Perangkat Lunak

Pengembangan *website* prediksi ini menggunakan sistem operasi Windows 11, Visual Code yang terkoneksi dengan Git untuk *text editor* dan *deployment* pada server , *javascript* untuk pengembangan *website* dan *python* untuk implementasi dari algoritma data science.

### 2. Analisis Metode Prediksi

Metode prediksi yang digunakan yaitu menggunakan metode *time series* dari mulai *least mean square* atau metode kuadrat terkecil, *simple exponential smoothing*, hingga metode *holt's-winter's* untuk pemulusan peramalan dari prediksi harga emas tersebut baik melalui *website* dan pendekatan data science menggunakan bahasa pemrograman *python*.

### E. Akurasi Hasil Peramalan

Pengukuran hasil peramalan perlu ketepatan akurasi menggunakan parameter data asli dan data hasil peramalan menggunakan algoritma atau metode yang digunakan. Perhitungan *error* menggunakan beberapa proses perhitungan umum yaitu:

#### 1. Mean Squared Error (MSE)

Perhitungan menggunakan persamaan *Mean Square Error* (MSE) yaitu menghitung rata-rata kesalahan antara nilai aktual dan peramalan berpangkat (*Average of Squared Error*) dengan persamaan seperti berikut ini:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (a_t - \hat{f}_t)^2}{n} \quad (12)$$

Keterangan notasi persamaan tersebut yaitu:

- $a_t$  = Nilai data aktual
- $\hat{f}_t$  = Nilai peramalan
- $n$  = Banyaknya data

#### 2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Perhitungan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) ini merupakan persentase dari kesalahan mutlak antara data aktual dengan data faktual (*average absolute percent error*) dengan persamaan berikut ini:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{a_t - \hat{f}_t}{a_t} \right|}{n} * 100 \quad (13)$$

Keterangan:

- $a_t$  = Nilai data aktual
- $\hat{f}_t$  = Nilai peramalan
- $n$  = Banyaknya data

## HASIL PENELITIAN

Penelitian dalam rancang bangun web prediksi harga emas ini menggunakan beberapa algoritma *smoothing* atau pemulusan yaitu *Simple Exponential Smoothing*, *Holt's Exponential Smoothing*, dan *Holt's Winter's Exponential Smoothing*.

#### 1. Simple Exponential Smoothing (SES)

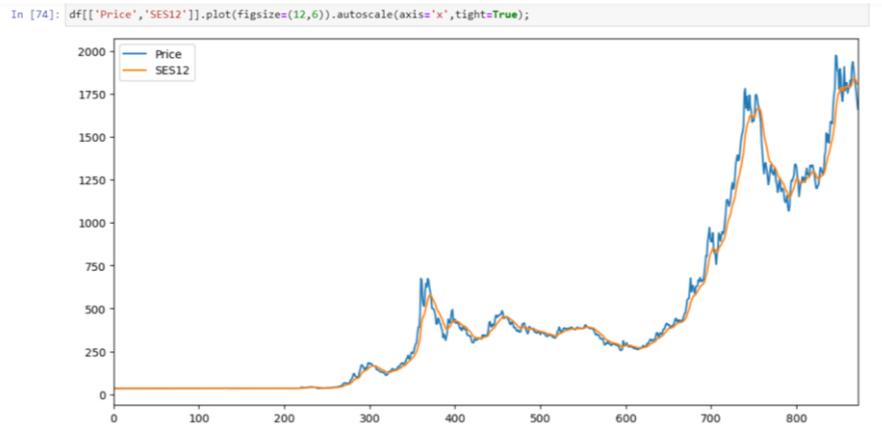
Berikut ini hasil perhitungan menggunakan metode *Simple Exponential Smoothing* dengan menggunakan bobot  $\alpha=0,3$  dan  $\alpha=0,6$ . Pengujian menggunakan dataset dari *Application Programming Interface* (API) <https://metalpriceapi.com> pada bulan januari s.d september 2022 dengan menggunakan perhitungan menggunakan aplikasi pengolah angka microsoft excel mendapatkan hasil seperti berikut:

Tabel 1. Perhitungan Prediksi Harga Emas Metode *Simple Exponential Smoothing* (SES)

| Date   | Gold Price | Alpha =0.3 | Alpha=0.6 | e(Alpha =0.3)^2 | e(Alpha=0.6)^2 | PE(alpha=0.3) | PE(alpha=0.6) |
|--------|------------|------------|-----------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| Jan-22 | 1797,65    | 1797,65    | 1797,65   |                 |                |               |               |
| Feb-22 | 1907,23    | 1797,65    | 1797,65   | 12007,7764      | 12007,78       | 0,057455      | 0,057455      |
| Mar-22 | 1936,18    | 1830,52    | 1863,40   | 19190,5609      | 19190,5609     | 0,071548      | 0,071548      |
| Apr-22 | 1896,957   | 1862,22    | 1907,07   | 4413,343489     | 1126,206481    | 0,035021      | 0,017691      |
| May-22 | 1837,76    | 1872,64    | 1901,00   | 598,3307366     | 4803,487972    | 0,01331       | 0,037713      |
| Jun-22 | 1805,8     | 1862,18    | 1863,06   | 4467,807512     | 9063,245633    | 0,037015      | 0,05272       |

|        |          |         |         |             |                    |                    |          |
|--------|----------|---------|---------|-------------|--------------------|--------------------|----------|
| Jul-22 | 1762,487 | 1845,26 | 1828,70 | 9938,1284   | 10114,21065        | 0,056562           | 0,057061 |
| Aug-22 | 1708,93  | 1820,43 | 1788,97 | 18586,96321 | 14345,4692         | 0,079777           | 0,070086 |
| Sep-22 | 1660,93  | 1786,98 | 1740,95 | 25440,54009 | 16395,06852        | 0,096031           | 0,077091 |
|        |          |         |         | <b>MSE</b>  | <b>11830,43134</b> | <b>10880,75322</b> |          |
|        |          |         |         | <b>RMSE</b> | <b>108,7677863</b> | <b>104,310849</b>  |          |
|        |          |         |         | <b>MAPE</b> | <b>5,584%</b>      | <b>5,517%</b>      |          |

Pada pengujian menggunakan metode tersebut menghasilkan *Mean Absolute Percentage Error* senilai 5,584% untuk  $\alpha=0,3$  dan 5,517% menggunakan  $\alpha=0,6$ .



Gambar 2. Visualisasi perbandingan *Simple Exponential Smoothing*

Gambar diatas menunjukkan visualisasi perbandingan penggunaan metode *Simple Exponential Smoothing* (SES) pada 872 isian data dari API <https://metalprice.com> menggunakan bahasa pemrograman python dengan menggunakan fungsi *library module* statsmodel.api yang ada pada dokumentasi bahasa pemrograman python seperti berikut ini:

```
In [67]: from statsmodels.tsa.holtwinters import SimpleExpSmoothing
span = 12
alpha = 2/(span+1)

df['EMMA12'] = df['Price'].ewm(alpha=alpha, adjust=False).mean()
df['SES12'] = SimpleExpSmoothing(df['Price']).fit(smoothing_level=alpha, optimized=False).fittedvalues.shift(-1)
df.head()
```

Gambar 3. Implementasi module statsmodel.api *Simple Exponential Smoothing* (SES) dan data aktual

## 2. Holt's Exponential Smoothing

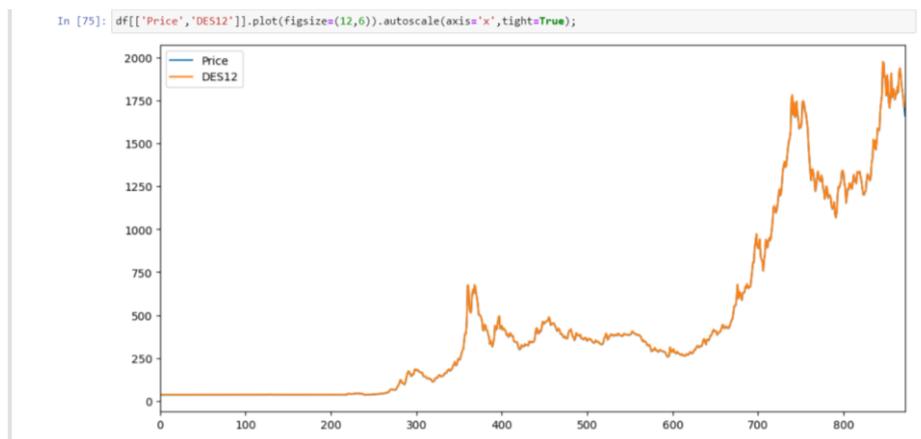
Pengujian menggunakan metode *Holt's Exponential Smoothing* ini menambahkan satu pembobotan *trend*, konstanta yang digunakan untuk proses peramalan pada pengujian ini yaitu  $\alpha= 0,3$  dan  $\beta= 0,1$ . Berikut hasil pengujian menggunakan dataset dari <https://metalpriceapi.com> dengan mengambil sebagian data dari bulan januari s.d September 2022 seperti hasil berikut ini:

Tabel 2. . Perhitungan Prediksi Harga Emas Metode *Holt's Exponential Smoothing*

| Year | Bulan | Gold Price | Lt      | bt   | Ft+m    | Error  | Error2   | MAPE     |
|------|-------|------------|---------|------|---------|--------|----------|----------|
| 2022 | 1     | 1797,65    | 1797,65 | 0,00 | 1797,65 | 0,00   | 0        |          |
|      | 2     | 1907,23    | 1830,52 | 3,29 | 1797,65 | 109,58 | 12007,78 | 0,057455 |
|      | 3     | 1936,18    | 1864,52 | 6,36 | 1833,81 | 102,37 | 10479,33 | 0,052871 |
|      | 4     | 1896,957   | 1878,70 | 7,14 | 1870,88 | 26,08  | 679,9871 | 0,013747 |

|  |   |          |         |       |         |          |          |          |
|--|---|----------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|
|  | 5 | 1837,76  | 1871,42 | 5,70  | 1885,84 | -48,08   | 2312,087 | 0,026165 |
|  | 6 | 1805,8   | 1855,72 | 3,56  | 1877,12 | -71,32   | 5086,135 | 0,039493 |
|  | 7 | 1762,487 | 1830,24 | 0,65  | 1859,28 | -96,79   | 9369,023 | 0,054919 |
|  | 8 | 1708,93  | 1794,31 | -3,00 | 1830,90 | -121,97  | 14876,07 | 0,071371 |
|  | 9 | 1660,93  | 1752,19 | -6,92 | 1791,30 | -130,37  | 16997,15 | 0,078494 |
|  |   |          |         |       | MSE     | 8975,95  |          |          |
|  |   |          |         |       | RMSE    | 94,74147 |          |          |
|  |   |          |         |       | MAPE    | 4,93%    |          |          |

Nilai dari *Mean Absolute Percentage Error* menggunakan metode ini memiliki nilai *error* yang lebih baik dari metode sebelumnya dengan 4,93% dengan pengaruh dari penambahan bobot *trend* ( $\beta$ ).



Gambar 4. Visualisasi perbandingan *Holt's Exponential Smoothing* dan data aktual

visualisasi perbandingan penggunaan metode *Holt's Exponential Smoothing* (SES) pada 872 isian data dari API <https://metalprice.com> dengan definisi variabel *Double Exponential Smoothing* (DES) menghasilkan grafik yang cukup mendekati data aktual dengan penambahan bobot *trend* seperti berikut ini:

```
In [68]: from statsmodels.tsa.holtwinters import ExponentialSmoothing
df['DES12']=ExponentialSmoothing(df['Price'], trend='add').fit().fittedvalues.shift(-1)
df.head()
```

Gambar 5. Implementasi module *statsmodel.api Simple Exponential Smoothing* (SES)

### 3. *Holt's- Winter's Exponential Smoothing*

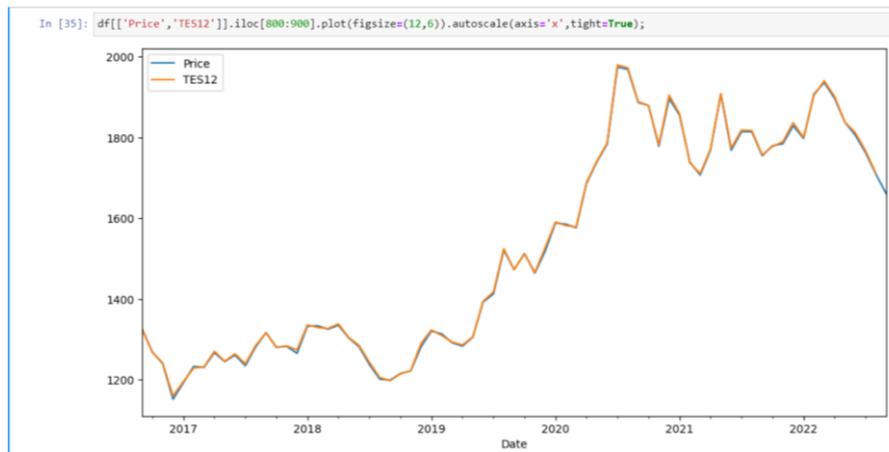
Metode ini menambahkan satu parameter musim dan menerapkan pola *additive* dan *multiplicative*. Metode ini menggunakan 3 (tiga) konstanta pemulusan yaitu  $\alpha$  untuk pemulusan data,  $\beta$  untuk pemulusan *trend* dan  $\gamma$  untuk pemulusan musim. Pada pengujian ini menggunakan  $\alpha=0,4$  ,  $\beta = 0,1$  ,  $\gamma = 0,3$ . Berikut ini hasil dari pengujian menggunakan data dari bulan januari s.d september 2022 seperti hasil berikut:

Tabel 3. Perhitungan Prediksi Harga Emas Metode *Holt's – Winter's Exponential Smoothing*

| Year | Bulan | sales   | Lt | bt | St       | Ft+m | error | Error2 | MAPE |
|------|-------|---------|----|----|----------|------|-------|--------|------|
| 2022 | 1     | 1797,65 |    |    | 0,953911 |      |       |        |      |
|      | 2     | 1907,23 |    |    | 1,012059 |      |       |        |      |

|      |   |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|      | 3 | 1936,18  |          |          | 1,027421 |          |          |          |          |
|      | 4 | 1896,957 | 1884,504 | -26,44   | 1,006608 |          |          |          |          |
| 2022 | 5 | 1837,76  | 1849,561 | -27,2903 | 0,965824 | 1772,429 | 65,33142 | 4268,194 | 0,035549 |
|      | 6 | 1805,8   | 1815,278 | -27,9896 | 1,006875 | 1844,246 | -38,4459 | 1478,089 | 0,02129  |
|      | 7 | 1762,487 | 1776,957 | -29,0228 | 1,016752 | 1836,298 | -73,8109 | 5448,046 | 0,041879 |
|      | 8 | 1708,93  | 1731,93  | -30,6232 | 1,000642 | 1759,484 | -50,5541 | 2555,719 | 0,029582 |
|      | 9 | 1660,93  | 1684,77  | -32,2769 | 0,971832 | 1643,162 | 17,76769 | 315,6909 | 0,010697 |
|      |   |          |          |          | Total    |          | 14065,74 |          |          |
|      |   |          |          |          | RMSE     |          | 39,53302 |          |          |
|      |   |          |          |          | MAPE     |          | 2,78%    |          |          |

Pengujian metode ini dengan menggunakan 3 (tiga) konstanta dan menentukan level estimasi data pertama ( $L_t$ ) dengan rata-rata 4 (empat) data pertama atau *Moving Average* awal yaitu menghasilkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) lebih baik dengan hasil 2,78%.



Gambar 6. Visualisasi perbandingan *Holt's-Winter's Exponential Smoothing* dan data aktual

visualisasi perbandingan penggunaan metode *Holt's-Winter's Exponential Smoothing* (SES) atau disebut juga *Triple Exponential Smoothing* pada 872 isian data dari API <https://metalprice.com> dengan definisi variabel *Triple Exponential Smoothing* 12 (TES12).

```
In [70]: df['TES12']=ExponentialSmoothing(df['Price'],trend='add',seasonal='add', seasonal_periods=12).fit().fittedvalues.shift(-1)
In [71]: df['TESmul12']=ExponentialSmoothing(df['Price'], trend='mul', seasonal='mul', seasonal_periods=12).fit().fittedvalues.shift(-1)
```

Gambar 7. Implementasi module statsmodel.api *Holt's – Winter's Exponential Smoothing*

Ilustrasi grafik yang dihasilkan mendekati data aktual, hal tersebut karena penerapan dari bobot *trend*, *season* dan algoritma perhitungan *addictive* atau *multiplicative* pada dokumentasi bahasa pemrograman python seperti pada gambar diatas.

Aplikasi berbasis web dengan implementasi algoritma *time-series smoothing* ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman javascript dengan hasil rancang bangun halaman web seperti berikut:

### 1. Tampilan Beranda

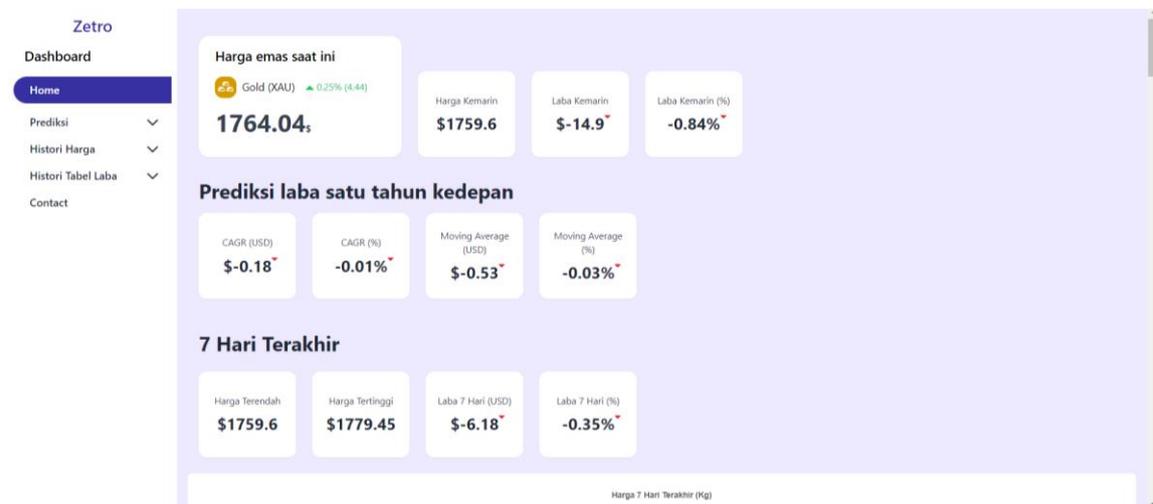
Halaman awal dari aplikasi berbasis web ini menampilkan dashboard yang akan menampilkan menu analisis dari prediksi harga emas.



Gambar 2. Tampilan Beranda

### 2. Menu Utama

Menu utama dari aplikasi berbasis web ini dirancang secara efektif untuk proses prediksi yaitu adanya menu prediksi, histori harga, dan histori tabel laba.

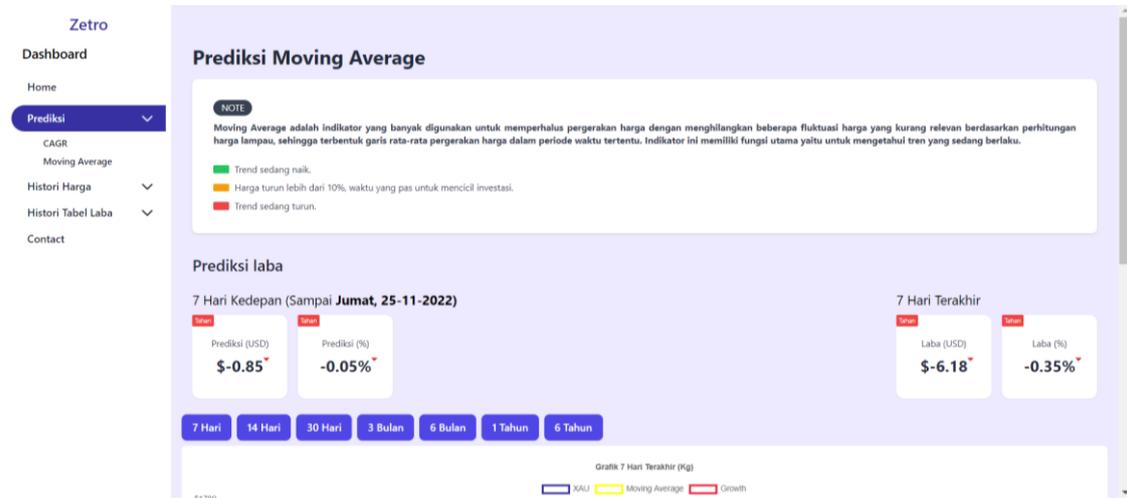


Gambar 3. Tampilan Menu Utama

### 3. Menu Prediksi

Menu prediksi yang dibuat yaitu dengan menerapkan metode *smoothing moving average*, dan *holt's-winter's exponential smoothing* untuk menentukan prediksi harga emas secara *realtime* dengan mengambil data melalui *Application Programming Interface* (API) <https://metalprice.com>. Pada menu ini terdapat analisis

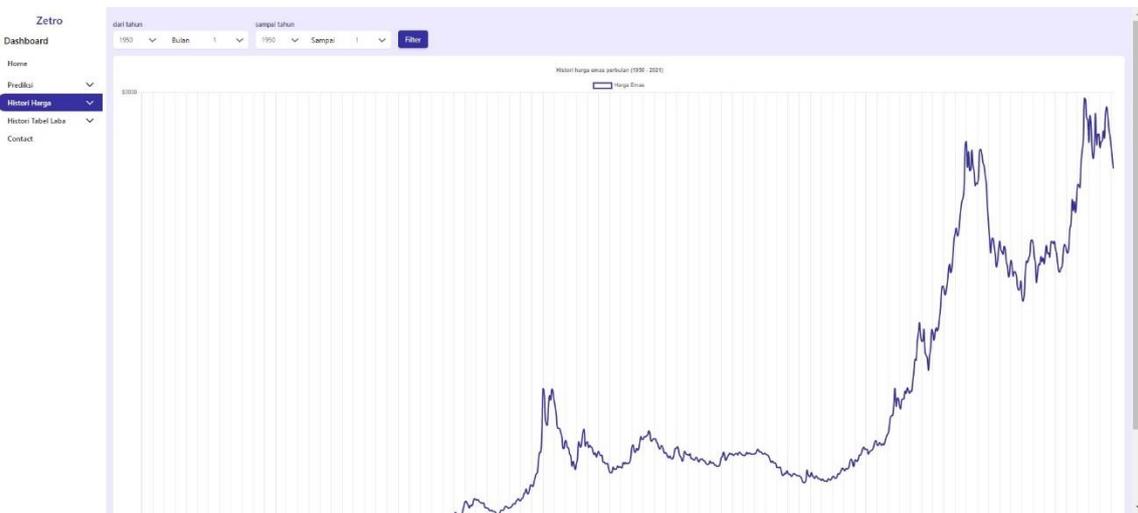
prediksi harga emas baik itu dalam periode minggu, bulan ataupun tahun.



Gambar 4. Tampilan Menu Prediksi

#### 4. Menu Histori Harga

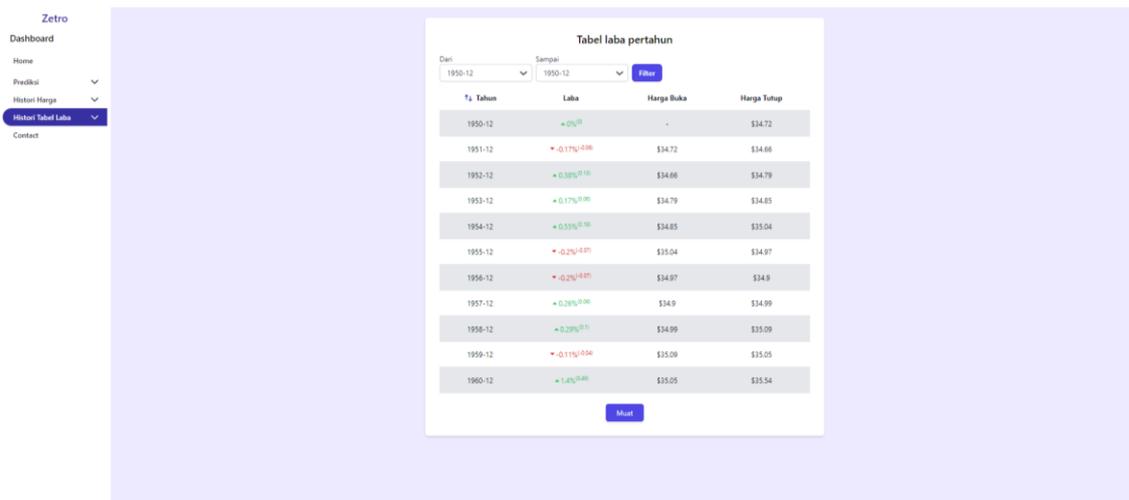
Pada menu ini menampilkan histori harga berdasarkan periode bulan dan tahun dengan mengacu pada data harga emas secara *realtime*.



Gambar 5. Tampilan histori harga

#### 5. Menu Histori Tabel Laba

Menu ini menampilkan histori laba berdasarkan data secara *realtime* dari API <https://metalprice.com> dari mulai tahun 1951 s.d 2022.



| Ts Tahun | Laba                      | Harga Buka | Harga Tutup |
|----------|---------------------------|------------|-------------|
| 1950-12  | + 0%                      | -          | \$34.72     |
| 1951-12  | - 0,17% <sup>(4,96)</sup> | \$34.72    | \$34.66     |
| 1952-12  | + 0,30% <sup>(2,15)</sup> | \$34.66    | \$34.79     |
| 1953-12  | + 0,17% <sup>(5,96)</sup> | \$34.79    | \$34.85     |
| 1954-12  | + 0,52% <sup>(3,19)</sup> | \$34.85    | \$35.04     |
| 1955-12  | - 0,2% <sup>(4,87)</sup>  | \$35.04    | \$34.97     |
| 1956-12  | - 0,2% <sup>(4,87)</sup>  | \$34.97    | \$34.9      |
| 1957-12  | + 0,26% <sup>(2,96)</sup> | \$34.9     | \$34.99     |
| 1958-12  | + 0,29% <sup>(3,1)</sup>  | \$34.99    | \$35.09     |
| 1959-12  | - 0,11% <sup>(3,04)</sup> | \$35.09    | \$35.05     |
| 1960-12  | + 1,4% <sup>(2,49)</sup>  | \$35.05    | \$35.54     |

Gambar 6. Tampilan histori tabel laba

## KESIMPULAN

Implementasi dari algoritma *time series forecasting* yang digunakan pada aplikasi berbasis web prediksi harga emas <https://learn-gold.vercel.app> menghasilkan akurasi dalam prediksi yaitu untuk setiap metode yang digunakan seperti berikut:

1. Implementasi menggunakan metode *Simple Exponential Smoothing* (SES) menghasilkan akurasi prediksi dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) senilai 5,517 %.
2. Metode *Holt's Exponential Smoothing* menghasilkan akurasi pengujian prediksi dengan nilai 4,93 %, nilai ini lebih baik dari penggunaan metode sebelumnya 1,58 %.
3. Implementasi metode *Holt's Winter's Exponential Smoothing* dengan menggunakan tiga parameter bobot untuk pemulusan data, *trend*, dan musim, menghasilkan akurasi lebih baik dari kedua metode sebelumnya dengan akurasi pengujian *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) senilai 2,78%.

## REFERENCES

- [1] S. Riyadi and R. Liantini, "Aplikasi Prediksi Harga Emas dan Administrasi Toko Perhiasan Berbasis PHP dan Scan QR-Code Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana," *Rekayasa*, vol. 12, no. 1, p. 71, 2019, doi: 10.21107/rekayasa.v12i1.4553.
- [2] A. Syahputra, "Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Pada Aplikasi Prediksi Harga Emas Dosen Pendidikan Vokasional Teknik Mesin," *J. Teknol. Terap. Sains*, vol. 1, no.1, p. 12, 2020.
- [3] Y. S. Lubis, A. M. Elhanafi, and H. Dafitri, "Implementasi Root Mean Square Error Untuk Melakukan Prediksi Harga Emas Dengan Menggunakan Algoritma Multilayer Perceptron," *Pros. SNASTIKOM Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. Pap.*, pp. 331–336, 2021.
- [4] D. Nababan and E. Alexander, "Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Model Algoritma Chen Untuk Memprediksi Harga Emas," *J. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 71–78, 2020, doi: 10.15408/jti.v13i1.15516.
- [5] A. Aulia, B. Aprianti, Y. Supriyanto, and C. Rozikin, "Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Algoritma Support Vector Regression (Svr) dan Linear Regression (LR)," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 5, pp. 84–88, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6408864.
- [6] R. F. Sholeh, B. A. Dermawan, and I. Maulana, "Peramalan Harga Emas di Indonesia Menggunakan Algoritma Double Exponential Smoothing Damped Trend," *Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 4, pp. 328–337, 2021.

- [7] T. Izati, A. Nisa, Wasito, Budi, Widiharih, "3 1,2,3," *Prediksi Harga Emas Menggunakan Feed Forw. Neural Netw. Dengan Metod. Extrem. Learn. Mach.*, Vol. 8, Pp. 171–183, 2019.
- [8] S. R. Prabowo Budi Utomo, Ema Utami, "P Rogram S Tudi D Oktor," *Pemodelan Arsit. Sist. Inf. Perizinan Menggunakan Kerangka Kerja Togaf Adm*, vol. 4, no. 1, p. (halaman 2), 2018.
- [9] V. Radhamani, D. Manju, P. M. Bobby, M. Javagar, V. Nivetha, and P. Rinubha, "Gold Price Prediction Using ML Algorithms," *Ymer*, vol. 21, no. 7, pp. 183–192, 2022, doi: 10.37896/YMER21.07/14.
- [10] A. P. Wibawa, A. B. P. Utama, H. Elmunsyah, U. Pujianto, F. A. Dwiyanto, and L. Hernandez, "Time-series analysis with smoothed Convolutional Neural Network," *J. Big Data*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s40537-022-00599-y.
- [11] A. Khamid and D. F. Suyatno, "Rancang Bangun Sistem Informasi Peramalan Penjualan pada Songkok Palapa Gresik dengan menggunakan Metode Time-Series Berbasis Website," *Jeisbi*, vol. 02, no. 02, p. 2021, 2021.
- [12] Giandicka, N. R. Setyoningrum, and N. M. Kautsar, "Sistem Informasi Pengolahan Data Penjualan Dan Peramalan Pembelian Setiap Pelanggan Dengan Metode Trend Projection Berbasis Website Pada Pt. Aldora Sukses Perkasa Tanjungpinang," *Bangkit Indones.*, vol. X, no. 01, pp. 92–101, 2021.