

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

Oleh:

Dwi Anggraini¹

Revalina Ayu Natalia Hutabarat²

Santa De Luisa Sitorus³

Universitas Negeri Medan

Alamat: JL. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten
Deli Serdang, Sumatera Utara (20221).

Korespondensi Penulis: dwia63994@mhs.unimed.ac.id,
revalinaayunatalia19@mhs.unimed.ac.id,
santadeluisasitorus4233311018@mhs.unimed.ac.id.

Abstract. *This study was conducted to model the daily spending patterns of students using a differential equation approach as an analytical tool to understand changes in the amount of money over time. Financial management is an important aspect for students who live independently, where daily spending tends to vary according to needs, activities, and socioeconomic conditions. Using a simple differential equation $\frac{dU}{dt} = -k$, this study developed a mathematical model capable of representing the rate of decrease in the amount of money based on real data on student spending. Data were collected from 25 students of the Mathematics Education Study Program at Medan State University through a Google Form questionnaire containing information about the initial weekly amount of money and total daily spending. Based on the data processing results, the average initial amount of money was Rp285,480 and the average daily expenditure was Rp31,160. These parameters were used to construct the model $U(t) = U_0 - kt$, which shows that the remaining money of students decreases linearly every day. To visualize these changes, a simulation was conducted using Python through the Google Colab platform, which*

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

provides ease in numerical computation and graphing. The simulation results showed that the average student's allowance ran out on the 9th day, and the graph of the decrease in remaining money showed a linear pattern consistent with the mathematical model's prediction. These findings confirm that students need to have a more structured spending management strategy so that their allowance can last according to their needs. In addition, the study shows that the use of computing technologies such as Python and Google Colab is very effective in assisting the process of numerical analysis and data visualization. The mathematical approach in this study provides a predictive picture that can be used to understand the financial dynamics of students and support wiser decision-making related to personal financial management.

Keywords: *Daily expenses, Differentiation equations, Financial management, Mathematical Model.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk memodelkan pola pengeluaran harian mahasiswa dengan menggunakan pendekatan persamaan diferensial sebagai alat analitis untuk memahami perubahan jumlah uang terhadap waktu. Pengelolaan keuangan menjadi aspek penting bagi mahasiswa yang hidup mandiri, di mana besaran pengeluaran harian cenderung berubah sesuai kebutuhan, aktivitas, serta kondisi sosial ekonomi. Dengan menggunakan persamaan diferensial sederhana $\frac{dU}{dt} = -k$, penelitian ini menyusun model matematis yang mampu merepresentasikan laju berkurangnya jumlah uang berdasarkan data riil pengeluaran mahasiswa. Data dikumpulkan dari 25 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Medan melalui angket Google Form yang memuat informasi mengenai jumlah uang awal mingguan dan total pengeluaran harian. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh rata-rata uang awal sebesar Rp285.440 dan rata-rata pengeluaran harian sebesar Rp31.160. Parameter tersebut digunakan untuk membangun model $U(t) = U_0 - kt$, yang menunjukkan bahwa sisa uang mahasiswa menurun secara linear setiap harinya. Untuk memvisualisasikan perubahan tersebut, dilakukan simulasi menggunakan Python melalui platform Google Colab, yang menyediakan kemudahan dalam komputasi numerik dan pembuatan grafik. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa uang saku mahasiswa rata-rata habis pada hari ke-9, dan

grafik penurunan sisa uang menunjukkan pola linear yang konsisten dengan prediksi model matematis. Temuan ini menegaskan bahwa mahasiswa perlu memiliki strategi pengelolaan pengeluaran yang lebih terstruktur agar uang saku dapat bertahan sesuai kebutuhan. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi komputasi seperti Python dan Google Colab sangat efektif dalam membantu proses analisis numerik dan visualisasi data. Pendekatan matematis dalam penelitian ini memberikan gambaran prediktif yang dapat dimanfaatkan untuk memahami dinamika keuangan mahasiswa serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih bijak terkait pengelolaan keuangan pribadi.

Kata Kunci: Model Matematis, Pengeluaran Harian, Pengelolaan Keuangan, Persamaan Diferensial.

LATAR BELAKANG

Pengelolaan pengeluaran harian merupakan aspek penting dalam kehidupan mahasiswa, terutama bagi mereka yang mulai hidup mandiri dan harus mengatur kebutuhan secara mandiri dengan pendapatan yang terbatas. Pola pengeluaran mahasiswa bersifat dinamis, berubah sesuai kebutuhan, aktivitas, dan situasi ekonomi, sehingga memerlukan pendekatan analitis yang mampu menggambarkan perubahan tersebut secara terus-menerus. Pendekatan matematis yang mampu menggambarkan perubahan suatu besaran terhadap waktu secara sistematis adalah persamaan diferensial. Menurut Boyce dan DiPrima (2017), persamaan diferensial merupakan alat utama dalam memodelkan berbagai fenomena dinamis, baik di bidang fisika, biologi, maupun ekonomi, karena dapat menunjukkan bagaimana suatu variabel berevolusi dari waktu ke waktu.

Relevansi penggunaan persamaan diferensial dalam pemodelan ekonomi juga diperkuat oleh berbagai penelitian. Yang (2022) menunjukkan bahwa persamaan diferensial, termasuk bentuk fungsional, mampu menggambarkan perubahan nilai ekonomi yang kompleks seperti perhitungan *fair value*. Hal ini membuktikan bahwa konsep perubahan dinamis dapat diterapkan dalam analisis keuangan, termasuk pengeluaran harian mahasiswa. Pada skala yang lebih sederhana, pengeluaran mahasiswa dapat dipandang sebagai suatu fungsi waktu $E(t)$ yang mengalami perubahan seiring aktivitas harian, sehingga dapat dimodelkan dan diprediksi menggunakan persamaan diferensial.

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

Untuk menyelesaikan persamaan diferensial tersebut, diperlukan metode numerik karena banyak persamaan yang tidak dapat diselesaikan secara analitik. Sahgal (2023) menegaskan bahwa metode numerik seperti Euler, Heun, Runge–Kutta, dan metode orde tinggi lainnya sangat efektif untuk menyelesaikan persamaan diferensial secara komputasional. Pendekatan numerik ini sangat membantu terutama dalam fenomena ekonomi dan sosial yang cenderung tidak memiliki bentuk solusi tertutup. Lubis (2025) juga menjelaskan bahwa metode numerik memungkinkan komputasi berulang yang akurat dan fleksibel, sehingga cocok digunakan dalam simulasi matematika, termasuk simulasi perubahan pengeluaran.

Kemampuan menyelesaikan metode numerik tersebut sangat didukung oleh perkembangan teknologi komputasi modern. Python, sebagai bahasa pemrograman yang populer dalam komputasi ilmiah, menyediakan berbagai pustaka seperti *NumPy*, *SciPy*, dan *Matplotlib* yang mempermudah proses perhitungan numerik, pemecahan ODE (ordinary differential equations), dan visualisasi data. Menurut Langtangen (2016), Python dirancang sebagai bahasa yang mudah digunakan tetapi sangat kuat untuk komputasi ilmiah, sehingga mampu menangani simulasi numerik berskala besar maupun kecil dengan efisien. Hal ini menjadikan Python sebagai alat ideal dalam penelitian matematika terapan, termasuk analisis pengeluaran mahasiswa.

Kemudahan penggunaan Python semakin meningkat dengan hadirnya platform Google Colab, yang memungkinkan pengguna menjalankan kode Python secara langsung di komputasi awan tanpa instalasi perangkat lunak. Bisong (2019) menjelaskan bahwa Google Colab tidak hanya memudahkan eksekusi kode, tetapi juga mendukung kolaborasi, manajemen data, serta visualisasi interaktif. Platform ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa karena dapat digunakan secara gratis, mudah diakses melalui browser, dan kompatibel dengan seluruh pustaka komputasi Python. Dengan memanfaatkan Google Colab, proses simulasi persamaan diferensial menjadi lebih efisien dan dapat dilakukan kapan saja tanpa keterbatasan perangkat keras.

Penggunaan persamaan diferensial fraksional dalam model pertumbuhan ekonomi yang diteliti oleh Johansyah dkk., (2022) semakin menguatkan bahwa persamaan diferensial dapat digunakan untuk memodelkan perubahan keuangan yang kompleks dan

berkelanjutan. Walaupun penelitian tersebut berada dalam tingkat kompleksitas yang lebih tinggi, konsep dasarnya tetap relevan untuk fenomena yang lebih sederhana, seperti perubahan pengeluaran harian mahasiswa. Pemodelan tersebut dapat memberikan gambaran prediktif mengenai pola konsumsi dan membantu mahasiswa dalam mengelola keuangan secara lebih cerdas.

Berdasarkan landasan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memahami pola pengeluaran harian mahasiswa secara lebih mendalam melalui pemodelan matematis dan simulasi berbasis Python. Secara tidak langsung, fokus penelitian ini juga memunculkan beberapa pertanyaan inti, seperti bagaimana persamaan diferensial dapat merepresentasikan dinamika pengeluaran, bagaimana metode numerik dalam Python di Google Colab mampu memberikan solusi yang akurat, serta bagaimana hasil simulasi tersebut dapat membantu mahasiswa dalam mengelola keuangan sehari-hari. Dengan memadukan rumusan masalah dan tujuan penelitian ke dalam alur pembahasan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perilaku ekonomi mahasiswa melalui pendekatan analitis dan teknologi komputasi modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk memodelkan pengeluaran harian mahasiswa melalui pendekatan persamaan diferensial. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk menggambarkan perubahan besaran tertentu, dalam hal ini jumlah uang yang dimiliki mahasiswa seiring berjalannya waktu.

Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Medan, dengan total responden sebanyak 25 orang yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Penelitian dilaksanakan di lingkungan Universitas Negeri Medan pada bulan November hingga Desember 2025, menyesuaikan dengan agenda perkuliahan mahasiswa agar pengisian data dapat dilakukan secara optimal.

Desain penelitian yang digunakan adalah survei dengan pendekatan pemodelan matematis. Data diperoleh dari respons mahasiswa mengenai rata-rata pengeluaran harian mereka. Instrumen penelitian berupa angket berbasis Google Form yang berisi pertanyaan

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

mengenai jumlah pengeluaran per hari, jenis kebutuhan yang paling sering dibeli, serta besaran uang saku yang diterima.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan tautan angket kepada mahasiswa yang menjadi responden. Setelah data terkumpul, peneliti melakukan analisis deskriptif untuk menentukan nilai rata-rata pengeluaran harian mahasiswa yang kemudian dijadikan parameter dalam penyusunan model. Selanjutnya dilakukan analisis matematis untuk membangun model persamaan diferensial sederhana, yaitu $\frac{dU}{dt} = -k$, yang merepresentasikan laju berkurangnya uang seiring bertambahnya waktu, dengan solusi umum $U(t) = U_0 - kt$.

Dalam penelitian ini, software matematika seperti GeoGebra dan Python melalui Google Colab digunakan sebagai sarana melakukan perhitungan parameter model, memvisualisasikan solusi persamaan diferensial dalam bentuk grafik, serta melakukan simulasi perubahan sisa uang berdasarkan data yang diperoleh dari responden. Software tersebut membantu memastikan proses komputasi berjalan akurat dan mendukung interpretasi model secara lebih mudah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Data Uang Awal dan Pengeluaran Harian Mahasiswa

Data diperoleh dari 25 mahasiswa yang diminta mencatat jumlah uang awal yang mereka miliki dalam satu minggu serta total pengeluaran harian mereka. Data ini digunakan sebagai dasar perhitungan rata-rata uang awal dan rata-rata pengeluaran sebagai parameter dalam pemodelan persamaan diferensial.

Tabel 1. Data Uang Awal dan Pengeluaran Harian Mahasiswa

Responden	Uang Awal	Pengeluaran Harian
1	280000	30000
2	275000	32000
3	290000	29000
4	300000	31000
5	270000	34000

Responden	Uang Awal	Pengeluaran Harian
6	285000	33000
7	295000	30000
8	276000	28000
9	288000	35000
10	282000	31000
11	279000	32000
12	291000	29000
13	265000	27000
14	302000	33000
15	298000	34000
16	281000	30000
17	289000	31000
18	274000	29000
19	296000	32000
20	283000	33000
21	270000	30000
22	300000	34000
23	299000	35000
24	277000	28000
25	292000	29000

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap responden memiliki jumlah uang awal (U_0) dan pengeluaran harian (k) yang berbeda-beda. Variasi ini muncul karena setiap mahasiswa memiliki kebiasaan pengeluaran yang tidak sama, misalnya karena kebutuhan makan, transportasi, atau aktivitas harian lainnya.

Untuk menentukan model persamaan diferensial yang mewakili keseluruhan populasi mahasiswa, diperlukan parameter yang bersifat rata-rata, sehingga model dapat menggambarkan kecenderungan umum, bukan kasus individual.

Dari Tabel 1 diperoleh:

- Rata-rata uang awal (U_0):

$$U_0 = \frac{\sum U_0}{25} = \frac{7.137}{25} = 285,480$$

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

Nilai ini menunjukkan bahwa rerata uang yang dimiliki mahasiswa di awal periode adalah sekitar 285.480. Angka ini dianggap representatif sebagai kondisi awal populasi mahasiswa yang diteliti.

- Rata-rata pengeluaran harian (k)

$$k = \frac{\sum k}{25} = \frac{779}{25} = 31,160$$

Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata pengeluaran mahasiswa per hari adalah sekitar 31.160. Angka ini menjadi dasar untuk memodelkan kecepatan berkurangnya uang yang dimiliki seseorang setiap hari.

2. Pemodelan Persamaan Diferensial

Pengeluaran harian mahasiswa diasumsikan bersifat konstan setiap hari. Dengan demikian, laju perubahan jumlah uang terhadap waktu dapat dimodelkan menggunakan persamaan diferensial:

$$dU = -k$$

dengan:

- $U(t)$ = jumlah uang pada hari ke- t
- $U_0 = 283.440$ rupiah (uang awal rata-rata)
- $k = 31.560$ rupiah per hari
- tanda negatif menunjukkan uang berkurang selama mahasiswa membelanjakan uang

Persamaan diferensial tersebut memiliki solusi:

$$U(t) = U_0 - kt$$

Model ini menunjukkan bahwa jumlah uang mahasiswa berkurang secara linear seiring bertambahnya hari.

Perkiraan waktu uang habis:

$$t_{habis} = \frac{U_0}{k} = \frac{285.480}{31.160} \approx 9.1617$$

Artinya, uang mahasiswa rata-rata habis pada hari ke-9.

3. Program Simulasi Model Persamaan Diferensial (Google Colab)

Berikut adalah kode Python yang digunakan untuk mensimulasikan model persamaan diferensial dan menampilkan grafik penurunan jumlah uang mahasiswa.

```
import matplotlib.pyplot as plt

# --- DATA 25 MAHASISWA ---
uang_awal = np.array([
    280000, 275000, 290000, 300000, 270000,
    285000, 295000, 276000, 288000, 282000,
    279000, 291000, 265000, 302000, 298000,
    281000, 289000, 274000, 296000, 283000,
    270000, 300000, 299000, 277000, 292000
])

pengeluaran = np.array([
    30000, 32000, 29000, 31000, 34000,
    33000, 30000, 28000, 35000, 31000,
    32000, 29000, 27000, 33000, 34000,
    30000, 31000, 29000, 32000, 33000,
    30000, 34000, 35000, 28000, 29000
])

# --- HITUNG RATA-RATA ---
U0 = np.mean(uang_awal)
k = np.mean(pengeluaran)

# --- HITUNG RATA-RATA ---
U0 = np.mean(uang_awal)
k = np.mean(pengeluaran)

print("U0 rata-rata =", U0)
print("k rata-rata =", k)

# --- SIMULASI MODEL PD ---
t = np.arange(0, 15)
U = U0 - k * t

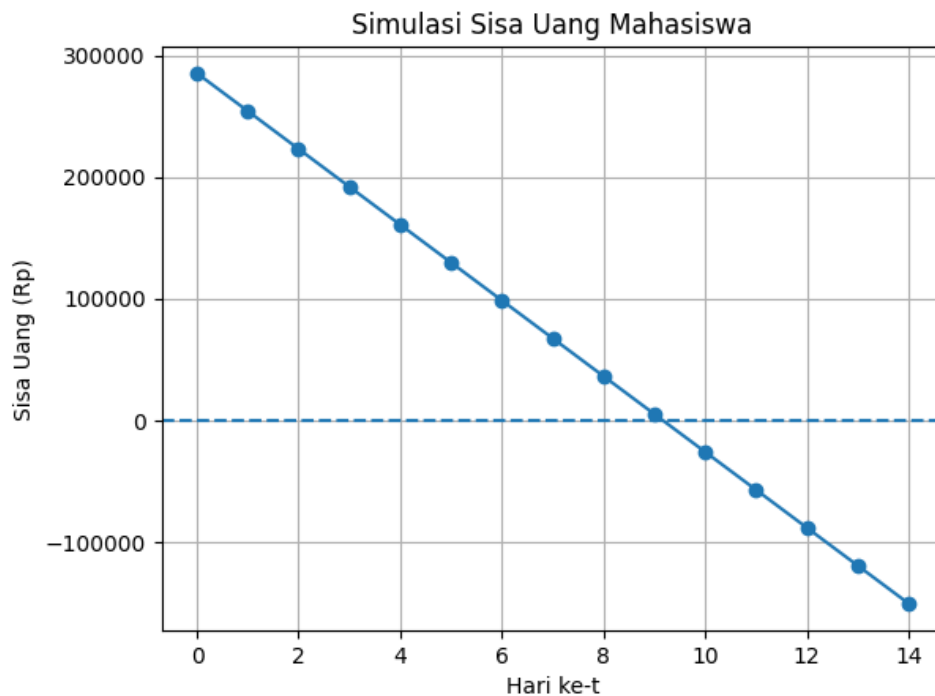
print("\nU(t):", U)
print("t_habis =", U0 / k)

# --- GRAFIK ---
plt.plot(t, U, 'o-')
plt.axhline(0, ls='--')
plt.xlabel("Hari ke-t")
plt.ylabel("Sisa Uang (Rp)")
plt.title("Simulasi Sisa Uang Mahasiswa")
plt.grid(True)
plt.show()
```

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

Program tersebut menghitung nilai $U(t)$ untuk setiap hari, kemudian menampilkan grafik penurunan sisa uang berdasarkan model persamaan diferensial.

4. Program Simulasi Model Persamaan Diferensial (Google Colab)



Hasil grafik dari simulasi pada Google Colab menunjukkan pola penurunan sisa uang yang bersifat linear terhadap waktu. Garis grafik menurun secara teratur dari hari ke-0 hingga hari ke-14, mengikuti model matematis $U(t) = U_0 - kt$. Pada hari ke-0, nilai sisa uang berada di sekitar Rp285.480, sesuai dengan nilai rata-rata uang awal mahasiswa. Penurunan terjadi dengan kemiringan yang tetap sebesar Rp31.160 per hari, yang merupakan rata-rata pengeluaran harian.

Grafik menunjukkan bahwa pada sekitar hari ke-9 hingga ke-10, nilai fungsi $U(t)$ mendekati nol. Hal ini berarti bahwa berdasarkan model dan data rata-rata, uang saku mahasiswa diperkirakan habis pada rentang hari tersebut. Setelah hari ke-10, grafik tampak memotong sumbu horizontal dan menghasilkan nilai negatif. Secara matematis hal tersebut konsisten dengan bentuk persamaan, namun secara nyata nilai negatif menunjukkan kondisi bahwa mahasiswa harus menambah uang, berutang, atau menerima pemasukan tambahan untuk memenuhi pengeluaran harian.

Hasil visualisasi ini memberikan gambaran bahwa pengelolaan uang saku memegang peran penting bagi mahasiswa. Dengan mengetahui estimasi waktu habisnya uang, mahasiswa dapat merencanakan strategi pengeluaran harian agar lebih efisien. Grafik juga membantu menggambarkan hubungan linear antara pengeluaran dan sisa uang sehingga memudahkan dalam membuat prediksi keuangan jangka pendek.

Berdasarkan hasil simulasi, model menunjukkan bahwa dengan rata-rata uang awal sebesar Rp285.480 dan pengeluaran harian sebesar Rp31.160, mahasiswa akan kehabisan uang setelah sekitar 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pola pengeluaran mahasiswa cukup tinggi dibandingkan uang awal yang dimiliki. Model linear ini menggambarkan hubungan sederhana antara pengeluaran harian dan sisa uang, serta dapat dimanfaatkan mahasiswa untuk memperkirakan kemampuan daya tahan uang saku mereka berdasarkan kebiasaan belanja masing-masing.

Selain itu, penggunaan software Google Colab mempermudah visualisasi model matematika ke dalam bentuk grafik sehingga lebih mudah dipahami. Grafik menunjukkan bahwa penurunan jumlah uang bersifat linear sesuai dengan analisis persamaan diferensial yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pola pengeluaran harian mahasiswa dapat dimodelkan secara efektif menggunakan persamaan diferensial sederhana dengan bentuk $U(t) = U_0 - kt$. Berdasarkan data 25 responden, diperoleh rata-rata uang awal sebesar Rp285.480 dan rata-rata pengeluaran harian sebesar Rp31.160. Hasil pemodelan dan simulasi menggunakan Python di Google Colab memperlihatkan bahwa uang saku mahasiswa rata-rata habis dalam waktu sekitar sembilan hari. Visualisasi grafik menunjukkan penurunan linear jumlah uang, yang menggambarkan bahwa semakin lama waktu berjalan, semakin besar nilai pengeluaran yang mengurangi sisa uang. Dengan demikian, pendekatan matematis dan komputasional dapat memberikan gambaran prediktif yang jelas mengenai daya tahan uang saku mahasiswa serta membantu memahami dinamika pengeluaran mereka secara lebih sistematis.

ANALISIS PENGELUARAN HARIAN MAHASISWA MENGUNAKAN PERSAMAAN DIFERENSIAL DENGAN SIMULASI PADA GOOGLE COLAB

Saran

Mahasiswa diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan refleksi dalam mengatur keuangan pribadi, terutama dalam merencanakan pengeluaran harian agar uang saku dapat bertahan lebih lama. Model yang dihasilkan dapat dijadikan alat bantu sederhana untuk memperkirakan kondisi keuangan beberapa hari ke depan sehingga mahasiswa dapat menyesuaikan pola konsumsi secara lebih bijak. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel lain seperti pemasukan tambahan, fluktuasi pengeluaran, atau faktor ekonomi eksternal agar model yang dibangun lebih realistis. Selain itu, penggunaan teknologi seperti Python dan Google Colab perlu terus dimanfaatkan dalam analisis keuangan mahasiswa karena mampu memberikan visualisasi dan simulasi yang mudah dipahami.

DAFTAR REFERENSI

- Bisong, E. (2019). *Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform*. Apress.
- Boyce, W. E., & DiPrima, R. C. (2017). *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems* (11th ed.). Wiley.
- Johansyah, M. D., Supriatna, A. K., Rusyaman, E., & Saputra, J. (2022). The Existence and Uniqueness of Riccati Fractional Differential Equation Solution and Its Approximation Applied to an Economic Growth Model. *Mathematics*, 10(17), 3029. <https://doi.org/10.3390/math10173029>
- Langtangen, H. P. (2016). *A Primer on Scientific Programming with Python* (5th ed.). Springer.
- Lubis, T. A. (2025). Penerapan Metode Numerik dalam Penyelesaian Persamaan Diferensial. *Pentagon : Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), 131–137. <https://doi.org/10.62383/pentagon.v3i1.421>
- Sahgal, A. (2023). Implementation of Numerical Methods for Solving Differential Equations using Python. *International Journal for Research Publication and Seminar*, 14(4), 133–140. <https://doi.org/10.36676/jrps.2023-v14i4-019>
- Yang, Y. (2022). Application of numerical method of functional differential equations in fair value of financial accounting. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 7(1), 533–540. <https://doi.org/10.2478/amns.2021.1.00096>