

Numerical Modelling of Social Media Addiction Cases Using 15th-Order Runge–Kutta

ARIF FATAHILLAH *, RAFIANTIKA MEGAHNIA PRIHANDINI, ARFAN HIDYATULLAH,
SUSI SETIAWANI, ROBIATUL ADAWIYAH

*Program Studi Pendidikan Matematika,
FKIP Universitas Jember,
Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Jember 68121, Indonesia,
email : arif.fkip@unej.ac.id*

Diajukan 17 Januari 2025 Direvisi 4 Oktober 2025 Diterima 17 Oktober 2025
Diterbitkan 31 Oktober 2025

Abstract. *This study investigates the dynamics of social media addiction among adolescents (aged 15–18 years) using the SAI (Susceptible–Addicted–Inert) mathematical model. The model is expressed as a nonlinear system of first-order ordinary differential equations (ODEs) that cannot be solved analytically, requiring numerical approaches. To obtain accurate solutions, the 15th-order Runge–Kutta (RK15) method was applied and compared with ODE45, a widely used numerical solver in MATLAB. The main objective of this research is to quantify the dynamics of social media addiction through the SAI model and to evaluate the effectiveness and efficiency of the RK15 method relative to ODE45. Data were derived from systematic observation of predetermined indicators related to adolescents’ social media use, which were incorporated into the model. The numerical experiments assessed solution accuracy, computational error, and execution time. The results show that RK15 achieved substantially higher accuracy, producing errors 76% lower than those of ODE45, and required only 19 seconds of runtime compared to ODE45’s 32 minutes. These findings indicate that high-order Runge–Kutta methods provide a reliable and efficient tool for modelling the complex dynamics of social media addiction, with potential applications in both educational and psychological research.*

Keywords: Social Media Addiction Model, 15th Order Runge-Kutta, SAI Model

Abstrak. *Penelitian ini mengkaji dinamika kecanduan media sosial di kalangan remaja (usia 15–18 tahun) menggunakan model matematika SAI (Susceptible–Addicted–Inert). Model ini diekspresikan sebagai sistem persamaan diferensial biasa (PDB) orde pertama nonlinier yang tidak dapat diselesaikan secara analitis, sehingga memerlukan pendekatan numerik. Untuk mendapatkan solusi yang akurat, metode Runge–Kutta orde ke-15 (RK15) diterapkan dan dibandingkan dengan ODE45, pemecah numerik yang umum digunakan dalam MATLAB. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengkuantifikasi dinamika kecanduan media sosial melalui model SAI dan mengevaluasi efektivitas serta efisiensi metode RK15 dibandingkan dengan ODE45. Data diperoleh dari pengamatan sistematis terhadap indikator-indikator yang telah ditentukan terkait penggunaan media sosial oleh remaja, yang kemudian dimasukkan ke*

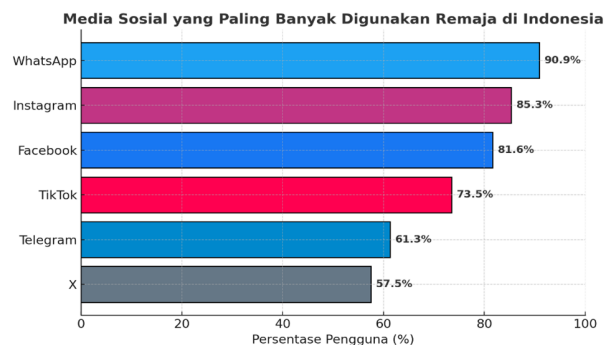
*Penulis Korespondensi

dalam model. Eksperimen numerik mengevaluasi akurasi solusi, kesalahan komputasi, dan waktu eksekusi. Hasil menunjukkan bahwa RK15 mencapai akurasi yang jauh lebih tinggi, menghasilkan kesalahan 76% lebih rendah daripada ODE45, dan hanya membutuhkan 19 detik waktu eksekusi dibandingkan dengan 32 menit ODE45. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Runge–Kutta orde tinggi menyediakan alat yang andal dan efisien untuk memodelkan dinamika kompleks kecanduan media sosial, dengan potensi aplikasi dalam penelitian pendidikan dan psikologi.

Keywords: model matematika pada kecanduan media sosial, Runge-Kutta orde 15, SAI Model

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada era digital saat ini telah membawa perubahan signifikan dalam bidang informasi dan komunikasi. Kemajuan tersebut menjadikan akses terhadap informasi maupun interaksi sosial jauh lebih mudah dibandingkan sebelumnya [1]. Salah satu wujud nyata dari kemajuan ini adalah munculnya berbagai platform media sosial yang memungkinkan setiap individu berinteraksi, berbagi informasi, dan membangun jejaring sosial tanpa terikat jarak maupun waktu [2]. Media sosial memiliki sifat interaktif dan komunikatif, sehingga antar pengguna dapat saling terhubung, berkolaborasi, serta bertukar informasi secara cepat dan masif [3]. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, lahirlah berbagai aplikasi populer seperti Facebook, Instagram, WhatsApp, TikTok, Telegram, dan X yang kini menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Di Indonesia, terdapat sekitar 139,3 juta penduduk yang aktif menggunakan media sosial[4]. Dari jumlah tersebut, sekitar 79,5% merupakan anak-anak dan remaja, sehingga kelompok usia ini menjadi pengguna dominan internet dan media sosial[5]. Berdasarkan data media sosial yang paling banyak digunakan oleh remaja adalah WhatsApp, Instagram, Facebook, Tiktok, Telegram, dan X. Persentase pengguna media sosial pada usia remaja dari keseluruhan masyarakat Indonesia dapat dilihat pada [6] dalam bagan yang diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. [6] Media sosial yang paling banyak digunakan remaja di Indonesia

Fenomena ini memenuhi kriteria behavioral addiction, serupa dengan kecanduan game, yang ditandai dengan hilangnya kontrol, meningkatnya prioritas pengguna-

naan, keberlanjutan meskipun menimbulkan dampak negatif, terganggunya fungsi sehari-hari, serta timbulnya penderitaan atau stres signifikan [7][8]. Meskipun berbagai penelitian kualitatif telah menjelaskan dampak media sosial terhadap psikologis remaja [9]. pendekatan semacam ini tidak mampu menggambarkan dinamika kompleks secara kuantitatif maupun memprediksi kemungkinan relapse [10]. Hal ini menuntut penggunaan pemodelan matematis untuk menganalisis fenomena kecanduan media sosial secara lebih sistematis dan presisi.

Sejumlah studi sebelumnya menggunakan model epidemi sederhana, seperti SIR atau SEIR, untuk menggambarkan pola penyebaran perilaku adiktif. Namun, model tersebut memiliki keterbatasan karena belum mampu menjelaskan kondisi individu yang telah sembuh tetapi masih berpotensi kembali kecanduan [11]. Untuk mengatasi kekurangan ini, penelitian ini menggunakan model SAI (*Susceptible-Addicted-Inert*) sebagai modifikasi dari model epidemi klasik SIR yang diperkenalkan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927. Kompartemen *Recovery* (R) dalam model SIR diganti dengan *Inert* (I) untuk merepresentasikan individu yang sembuh tetapi rentan kambuh, sehingga model SAI dinilai lebih relevan untuk kasus kecanduan perilaku seperti media sosial.

Dari sisi numerik, penyelesaian model matematika kecanduan media sosial umumnya menggunakan Euler metode, Runge-Kutta orde 4 (RK-4), atau *solver standard* seperti ODE45 dalam MATLAB. Namun, metode-metode tersebut terbatas dalam hal akurasi dan efisiensi ketika diterapkan pada sistem persamaan diferensial nonlinear yang kompleks [12]. Untuk meningkatkan kualitas simulasi, penelitian ini mengusulkan penggunaan Runge-Kutta orde 15 (RK-15). Metode ini mampu menghasilkan error yang lebih kecil dari 0,01 serta waktu komputasi yang jauh lebih singkat [13].

Dengan demikian, kontribusi penelitian ini bersifat ganda. Pertama, menghadirkan justifikasi ilmiah bahwa fenomena kecanduan media sosial perlu dianalisis menggunakan model matematika yang sesuai, yakni model SAI. Kedua, memperkenalkan metodologi numerik presisi tinggi melalui RK-15 untuk memberikan solusi yang lebih akurat dan efisien dibandingkan metode sebelumnya [14]. Temuan ini diharapkan tidak hanya memperkaya literatur pemodelan adiksi perilaku, tetapi juga memberikan dasar ilmiah untuk strategi intervensi yang lebih efektif di bidang kesehatan mental dan pendidikan digital [15].

2. Metodologi Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan dalam tulisan ini.

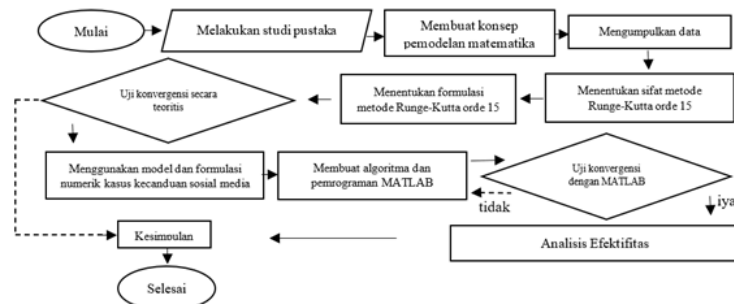
- (1) Melakukan studi pustaka tentang fenomena kecanduan media sosial, pemodelan matematika dan metode Runge-Kutta.
- (2) Membuat model kasus kecanduan media sosial ke dalam persamaan matematika. Dalam hal ini kasus kecanduan media sosial dimodelkan dengan SAI model yang membagi individu yang kecanduan media sosial dalam kelas-kelas *Susceptible*, *Addicted*, dan *Inert*.
- (3) Mengumpulkan data melalui dokumentasi dan angket atau kuesioner. Kuesioner dibuat terlebih dahulu kemudian divalidasi dan diberikan kepada responden

yang berumur 15–18 tahun untuk memperoleh nilai awal dan parameter pada kasus kecanduan media sosial. Nilai awal diperoleh dari tiga kategori yang berasal dari angket kemudian dapat ditentukan perpindahan selama 30 hari: 34 individu *Susceptible* (S), 12 individu *Addicted* (A), dan 19 individu *Inert* (I). Selanjutnya ditentukan laju perpindahan:

- Laju perpindahan $S \rightarrow A$: $\beta = \frac{12}{34 \times 30} = 0,01$,
- Laju perpindahan $A \rightarrow I$: $\gamma = \frac{19}{12 \times 30} = 0,05$,
- Laju perpindahan $I \rightarrow A$: $\delta = \frac{12}{19 \times 30} = 0,02$,
- Laju perpindahan $S \rightarrow I$: $c = \frac{19}{34 \times 30} = 0,02$.

- (4) Menentukan sifat metode Runge-Kutta orde 15.
- (5) Membuat formulasi metode Runge-Kutta orde 15 secara teoritis.
- (6) Menggunakan SAI model matematis dan formulasi metode Runge-Kutta orde 15 yang telah terbentuk untuk kasus kecanduan media sosial.
- (7) Membuat algoritma dan pemrograman MATLAB metode Runge-Kutta orde 15.
- (8) Melakukan uji konvergensi pada program MATLAB yang telah dibuat dengan memasukkan nilai awal dan parameter yang telah diperoleh pada tahap pengumpulan data.
- (9) Menentukan efektivitas metode Runge-Kutta orde 15 (*error*, iterasi, *running time*, dan grafik).
- (10) (Tahap evaluasi) Menganalisis data yang diperoleh dari data output hasil eksekusi metode Runge-Kutta orde 15.
- (11) Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis.

Pada Gambar 2 diberikan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir penelitian.

3. Pembahasan

Untuk memahami dinamika kecanduan media social secara kuantitatif, peneliti menggunakan pendekatan model epidemi kompartemental [16][17]. Model epidemi yang digunakan adalah model matematika SAI yang merupakan himpunan persamaan diferensial di mana persamaan ini telah digunakan untuk mendefinisikan kemungkinan transisi antara kompartemen sosial yang berbeda[18]. SAI model merupakan modifikasi dari model matematika SIR yang pertama kali dikemukakan oleh Kermack dan McKendric[19]. Model SIR dalam perkembangan epidemi membagi masyarakat menjadi tiga kompartemen, yaitu rentan simbol S, terinfeksi dengan simbol I dan Sembuh atau *recovery* dengan simbol R, yang masing-masing dapat dibentuk menjadi model matematika S, I, dan R. Individu yang terinfeksi diasumsikan dapat kembali sembuh dengan probabilitas konstan sepanjang waktu, yang kemungkinan dapat berubah secara konstan dengan laju penyembuhan. Maka dapat dibentuk skema model ini seperti diberikan pada Gambar 3 dan persamaan (3.1) – persamaan (3.3) berikut.



Gambar 3. Diagram model SAI

$$\frac{dS}{dt} = -\alpha SI, \quad (3.1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha SI - \beta I, \quad (3.2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I. \quad (3.3)$$

Berdasarkan model SIR maka diperoleh model SAI dengan 3 kompartemen yaitu, *Suspectible* (S) adalah individu yang menggunakan media sosial dilambangkan dengan S, *Addicted* (A) adalah orang-orang yang mengalami kecanduan media social sebagian besar waktu mereka dihabiskan untuk mengakses media sosial dilambangkan dengan A, dan *Inert* (I) adalah individu yang sudah melewati fase kecanduan media sosial sehingga dapat mengontrol penggunaan media sosial tetapi berpeluang untuk kembali mengalami kecanduan.

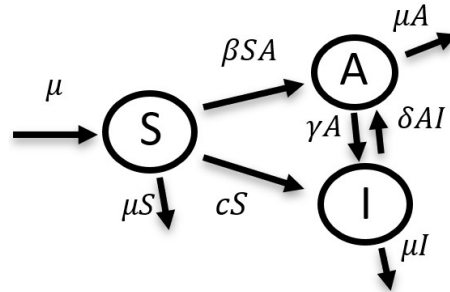
Diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{dS}{dt} = \mu - \beta SA - \mu S - cS, \quad (3.4)$$

$$\frac{dA}{dt} = \beta SA - \gamma A - \mu A + \delta AI, \quad (3.5)$$

$$\frac{dI}{dt} = \gamma A - \mu I - \delta AI + cS, \quad (3.6)$$

dengan penjelasan parameter diberikan pada Tabel 1.



Gambar 4. Uraian diagram model SAI

Tabel 1. Definisi Variabel

Parameter	Definisi
$S(t)$	Banyak individu rentan pada waktu t
$A(t)$	Banyak individu kecanduan pada waktu t
$I(t)$	Banyak individu <i>Inert</i> pada waktu t
μ	Tingkat orang memasuki sistem
β	Laju perpindahan dari S ke A
γ	Laju perpindahan dari A ke I
δ	Laju perpindahan dari I ke A
c	Laju perpindahan dari S ke I

Individu dibagi menjadi tiga kategori *Susceptible*, *Addicted*, dan *Inert*. Untuk mengetahui hasil dari model SAI, maka dari hasil penelitian diperoleh nilai awal yaitu terdapat 34 individu tergolong *Susceptible* (S), 12 individu tergolong *Addicted* (A), dan 19 individu tergolong *Inert* (I). Nilai dari parameter dalam waktu 30 hari sehingga, didapatkan model matematika SAI pada kasus kecanduan media sosial adalah sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = -0,01SA - 0,02S, \quad S(0) = 34, \quad (3.7)$$

$$\frac{dA}{dt} = 0,01SA - 0,05A + 0,02AI, \quad A(0) = 12, \quad (3.8)$$

$$\frac{dI}{dt} = 0,05A - 0,02AI + 0,02S, \quad I(0) = 19, \quad (3.9)$$

dengan penjelasan parameter diberikan pada Tabel 2.

Definisi dan nilai parameter nantinya akan digunakan ke dalam formulasi Runge-Kutta Orde 15 berikut.

$$\begin{aligned}
 y_{n+1} = y_n + \frac{h}{10000} & (181k_1 + 1421k_2 - 1540k_3 + 6997k_4 - 13240k_5 + 25241k_6 \\
 & - 33579k_7 + 39039k_8 - 33579k_9 + 25241k_{10} - 13240k_{11} \\
 & + 6997k_{12} - 1540k_{13} + 1421k_{14} + 180k_{15}),
 \end{aligned}$$

Tabel 2. DeFinisi Variabel

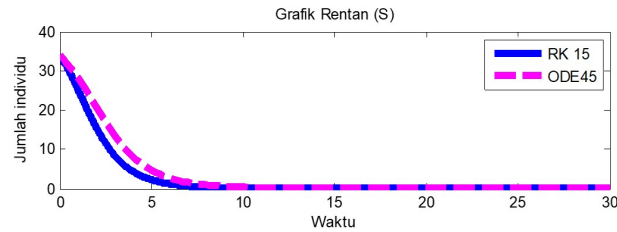
Parameter	Definisi	Nilai
$S(t)$	Banyak individu rentan pada waktu t	34
$A(t)$	Banyak individu kecanduan pada waktu t	12
$I(t)$	Banyak individu <i>Inert</i> pada waktu t	19
μ	Tingkat orang memasuki sistem	0
β	Laju perpindahan dari S ke A	0,01
γ	Laju perpindahan dari A ke I	0,05
δ	Laju perpindahan dari I ke A	0,02
c	Laju perpindahan dari S ke I	0,02

dengan,

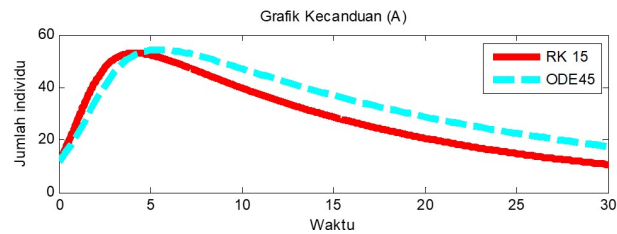
$$\begin{aligned}
k_1 &= f(x_n, y_n), \\
k_2 &= f(x_n + \frac{h}{14}, y_n + \frac{h}{14}k_1), \\
k_3 &= f(x_n + \frac{2h}{14}, y_n + \frac{2h}{14}k_2), \\
k_4 &= f(x_n + \frac{3h}{14}, y_n + \frac{3h}{14}k_3), \\
k_5 &= f(x_n + \frac{4h}{14}, y_n + \frac{4h}{14}k_4), \\
k_6 &= f(x_n + \frac{5h}{14}, y_n + \frac{h}{1876}(33k_1 - 453k_3 + 1566k_4 - 476k_5)), \\
k_7 &= f(x_n + \frac{6h}{14}, y_n + \frac{6h}{14}k_6), \\
k_8 &= f(x_n + \frac{7h}{14}, y_n + \frac{h}{756}(1202k_2 - 550k_3 + 998k_5 - 559k_6 + 1084k_7)), \\
k_9 &= f(x_n + \frac{8h}{14}, y_n + \frac{8h}{14}k_8), \\
k_{10} &= f(x_n + \frac{9h}{14}, y_n + \frac{9h}{14}k_9), \\
k_{11} &= f(x_n + \frac{10h}{14}, y_n + \frac{10h}{14}k_{10}), \\
k_{12} &= f(x_n + \frac{11h}{14}, y_n + \frac{h}{560}(-1107k_3 + 163k_9 + 955k_{11})), \\
k_{13} &= f(x_n + \frac{12h}{14}, y_n + \frac{12h}{14}k_{12}), \\
k_{14} &= f(x_n + \frac{13h}{14}, y_n + \frac{13h}{14}k_{13}), \\
k_{15} &= f(x_n + \frac{14h}{14}, y_n + \frac{h}{1190}(-4079k_6 + 4093k_{14})).
\end{aligned}$$

Penyelesaian menggunakan formulasi Runge-Kutta orde 15 yang terbentuk dan memasukkan model SAI pada kasus kecanduan media sosial menggunakan MATLAB. Maka diperoleh solusi numerik berupa grafik jumlah masing-masing individu dan grafik error pada metode Runge-Kutta orde 15 dan ODE45. Pada penelitian ini digunakan ukuran langkah ($h = 0.01$) dan iterasi 1000. Ukuran langkah 0.01 memiliki arti bahwa keakuratan yang di inginkan 0.01. Pengambilan nilai ukuran langkah tersebut sudah cukup menggambarkan akurasi karena kesalahan (error) yang terjadi cukup kecil, Dengan mengetahui solusi numerik dari suatu permasalahan, dapat ditentukan penyelesaian yang tepat sebagai berikut. Pada Gambar 5 diberikan grafik eksekusi RK 15 pada individu S model SAI dan ODE $h = 0,01$.

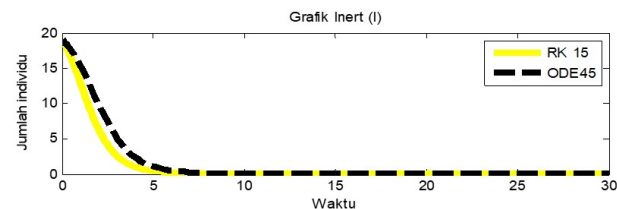
Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa hasil eksekusi model SAI pada grafik dengan penurunan individu setiap hari mulai hari ke-0 sampai individu habis atau nol. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [20] menyatakan bahwa terjadi penurunan populasi individu yang memiliki aplikasi media sosial Tiktok pada hari ke-3 dan seterusnya. Penelitian ini diperoleh kurva hasil eksekusi model ODE terlihat

Gambar 5. Grafik eksekusi RK 15 pada individu S model SAI dan ODE $h = 0,01$

lebih tinggi dibandingkan dengan RK 15. Kurva ODE45 mengalami penurunan 7 individu setiap harinya mulai hari ke-0 sampai menyentuh angka nol pada hari ke-9.

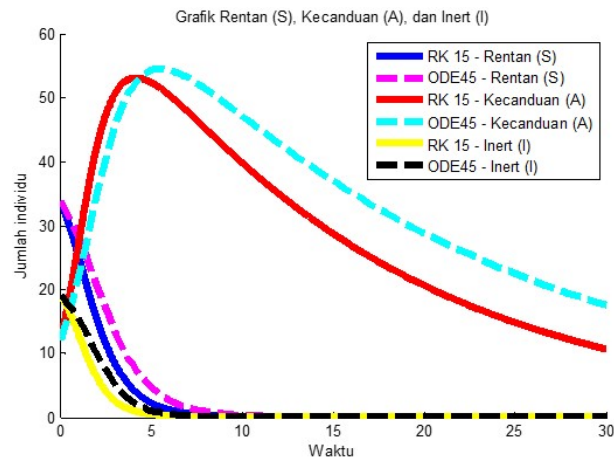
Gambar 6. Grafik eksekusi RK 15 pada individu A model SAI dan ODE $h = 0,01$

Gambar 6 adalah grafik eksekusi individu kecanduan (A) model SAI dan ODE pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan secara berkala yang jelas yang berarti eksekusi rumus berjalan berjalan dengan efektif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [21] menunjukkan subpopulasi individu kecanduan sempat mengalami kenaikan lalu mengalami penurunan dan mulai stabil menuju titik keseimbangan. Pada kurva Runge-Kutta orde 15 menunjukkan individu mengalami kenaikan kemudian kurva menunjukkan penurunan hingga mendekati nol. Kurva pada model ODE terlihat kenaikan dan penurunan kurva yang tidak signifikan menunjukkan perpindahan jumlah individu lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan Runge-Kutta orde 15. Perpindahan individu terjadi karena adanya laju yang menyebabkan individu kecanduan (A) berpindah menjadi individu *Inert* (I).

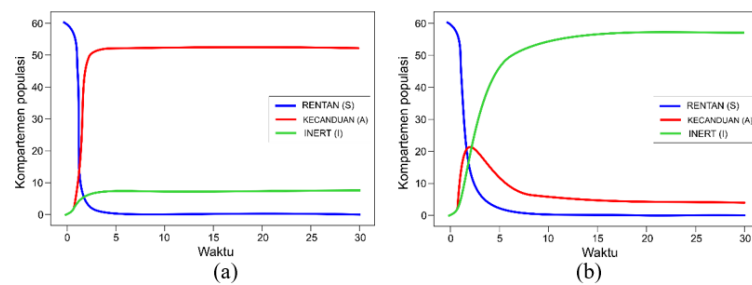
Gambar 7. Grafik eksekusi RK 15 pada individu I model SAI dan ODE $h = 0,01$

Gambar 7 adalah grafik eksekusi individu *Inert* (I) model SAI. Pada grafik

tersebut terlihat penurunan dan stagnan. Dengan penurunan empat individu setiap harinya mulai hari ke-0 sampai hari ke-8 sampai menyentuh angka nol. Kurva hasil eksekusi individu *Inert* (I) model ODE, pada grafik tersebut terlihat penurunan dan stagnan. Dengan penurunan tiga individu setiap harinya mulai hari ke-0 sampai menyentuh angka nol atau individu habis [21]. Pada Gambar 8 diberikan perbandingan grafik gabungan eksekusi RK 15 model SAI dan ODE $h = 0.01$, sementara pada Gambar 9 diberikan beberapa variasi populasi yang berbeda terhadap waktu.

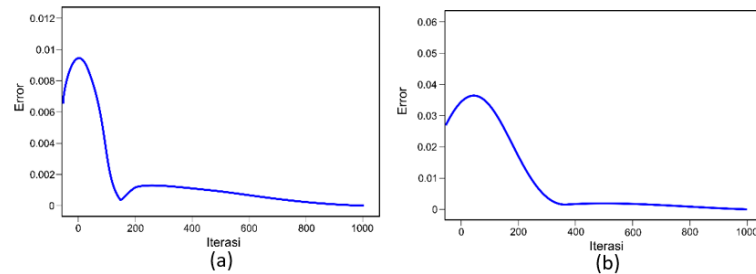


Gambar 8. Perbandingan grafik gabungan eksekusi RK 15 model SAI dan ODE $h = 0.01$



Gambar 9. [11] Variasi populasi yang berbeda terhadap waktu. (a) Untuk $\delta = 1$ (b) untuk $\delta = 0.1$. Nilai parameter lainnya untuk kedua kurva adalah $\mu = 0.05$, $\gamma = 0.5$, $c = 0.005$, $\beta = 0.36$.

Gambar 10 (a) merupakan hasil eksekusi Runge-Kutta orde 15 menggunakan model SAI dengan nilai *error* adalah 0,00873 dengan waktu eksekusi yaitu 19 detik. Gambar 10 (b) merupakan hasil eksekusi Runge-Kutta orde 15 menggunakan model ODE dengan nilai *error* adalah 0,03678 dengan waktu eksekusi yaitu 32 menit.



Gambar 10. Grafik error eksekusi RK 15 dan ODE

Tabel 3. Devinisi Variabel

	RK15	ODE45	Kesimpulan
Waktu Komputasi	19 detik	32 menit	RK15 90% lebih efisien
Error	0.00873	0.03678	RK15 76% lebih presisi
Iterasi maksimum	Stabil hingga 1000	Stabil hingga 400	RK15 tingkat ketelitian lebih tinggi

4. Kesimpulan

Pada tulisan ini telah diuraikan bahwa:

- (1) Model SAI (*Susceptible-Addicted-Inert*) digunakan untuk menggambarkan dinamika kecanduan media sosial pada remaja. Model ini memodifikasi model epidemi klasik SIR dengan menggantikan kompartemen *recovery* dengan *inert*, yaitu individu yang telah sembuh tetapi masih berisiko kambuh.
- (2) Pada simulasi, individu dalam kategori *Susceptible* (S) menunjukkan penurunan yang cepat, kategori *Addicted* (A) meningkat tajam sebelum menurun, dan kategori *Inert* (I) mengalami penurunan yang lambat sampai hampir mencapai nol.
- (3) Metode Runge-Kutta Orde 15 (RK15) lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan ODE45. Metode RK15 menghasilkan error 76% lebih rendah dan membutuhkan waktu komputasi 90% lebih efisien (hanya 19 detik dibandingkan dengan 32 menit untuk ODE45).
- (4) Berdasarkan hasil eksekusi programing metode Runge-Kutta orde 15 efektif dalam menyelesaikan model SAI pada kasus kecanduan media sosial, grafik yang dihasilkan dari program Matlab menggunakan metode Runge-Kutta tersebut mempunyai nilai error yang kecil dan semakin mendekati nol dengan adanya penambahan iterasi eksekusi individu *Inert* (I) model SAI.

Daftar Pustaka

- [1] Koessmeier, C., Büttner, O.B., 2024, Social media distraction: How distracting are visual social media cues and what influences users' distractibility?, *Comput Human Behav*, Vol. **159**: 108306. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108306>

- [2] Tarigan, R.E., Andanawari, C.A., 2024, An examination into the causes of social media addiction and its effects on phubbing behavior, *Procedia Comput Sci*, Vol. **2**: 978–986. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.087>
- [3] Wulandari, R., Netrawati, 2020, Analisis tingkat kecanduan media sosial pada remaja, *JRTI: Jurnal Riset Tindakan Indonesia*, Vol. **2**: 41–46.
- [4] We Are Social, Meltwater, 2024, Digital 2024: Indonesia, *DataReportal*, tersedia di: <https://www.meltwater.com/en/blog/social-media-statistics-indonesia>
- [5] American Psychiatric Association, 2013, *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, 5th ed., Arlington, VA: American Psychiatric Publishing. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- [6] Sun, Y., Zhang, Y., 2021, A review of theories and models applied in studies of social media addiction and implications for future research, *Addict Behav*, Vol. **114**: 106–110.
- [7] Abi, M.M., Bano, E.N., 2023, Mathematical modeling and simulation of social media addiction TikTok using SEI1I2R type model, *Jurnal Diferensial*, Vol. **5**: 43–55.
- [8] Zhao, D., Sun, J., 2018, An extended SEIR model considering homepage effect for the information propagation of online social networks, *Physica A*, Vol. **512**: 1019–1031.
- [9] Hurit, R.U., Resi, B.B.F., 2022, Penyelesaian model SIR untuk penyebaran penyakit HIV/AIDS menggunakan metode Euler dan metode Heun, *ProSANDIKA UNIKAL*, Vol. **3**: 381–391.
- [10] Alemneh, H.T., Alemu, N.Y., 2021, Mathematical modeling with optimal control analysis of social media addiction, *Infect Dis Model*, Vol. **6**: 405–419.
- [11] Putra, V.G.V., Wijayono, A., 2020, Penerapan fisika komputasi dengan MATLAB/Simulink pada pemodelan infeksi wabah COVID-19 di Indonesia melalui modifikasi persamaan diferensial Bernoulli, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, Vol. **8**: 233–234.
- [12] Bungler, F., 2020, A Taylor model toolbox for solving ODEs implemented in MATLAB/INTLAB, *J Comput Appl Math*, Vol. **36**: 377–427.
- [13] Merdan, M., Atasoy, N., 2023, On the solutions of fractional random ordinary differential equations with the residual power series method, *Alexandria Eng J*, Vol. **70**: 169–177.
- [14] Side, S., Saman, A., 2021, The accuracy of the RK-4 and RK-5 technique as a numerical solution to the SEIRS model of online game addiction on mathematics students, *J Phys Conf Ser*, Vol. **21**: 1–25.
- [15] Side, S., Zaki, A., 2022, Numerical solution of the mathematical model of DHF spread using the Runge-Kutta fourth order method, *ARRUS J Math Appl Sci*, Vol. **2**: 92–100.
- [16] Hu, G.D., Wang, Z., 2024, A modified Runge-Kutta method for increasing stability properties, *J Comput Appl Math*, Vol. **4**: 115–250.
- [17] Fatahillah, A., Istiqomah, M., 2021, Pemodelan matematika pada kasus kecanduan game online menggunakan metode Runge-Kutta orde 14, *Limits: J Math Its Appl*, Vol. **18**: 1–29.
- [18] Indah, A.P., Maulana, D.A., 2022, Model dinamika kecanduan media sosial: Studi kasus kecanduan TikTok pada mahasiswa FMIPA UNESA, *MATHunesa J Ilmiah Matematika*, Vol. **10**: 131–139.
- [19] Al Addawiyah, A.F., Fuad, Y., 2023, Model dinamik SEARQ dan penerapan

kontrol optimal pada permasalahan kecanduan media sosial, *MATHunesa J Ilmiah Matematika*, Vol. **11**: 67–81.

- [20] Mallick, D., Chakraborty, P., 2023, Visual representation for patterned proliferation of social media addiction: Quantitative model and network analysis, *SN Comput Sci*, Vol. **4**: 2–11.
- [21] Kermack, W.O., McKendrick, A.G., 1927, A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character Vol. **115**, No. 772: 700 – 721