Model Dinamik Kecanduan Judi *Online* dengan Pengaruh Intevensi *Treatment*

Grace Sinaga[1*], Hamidah Nasution[2]
[1,2] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
* Coresponding Author: gracesinaga3010@gmail.com

Abstrak

Perkembangan judi online di Indonesia semakin pesat karena aksesibilitasnya yang mudah melalui perangkat digital, sehingga menimbulkan masalah sosial berupa meningkatnya kasus kecanduan, terutama di kalangan remaja. Fenomena ini berdampak pada aspek psikologis, sosial, maupun ekonomi, sehingga memerlukan pendekatan ilmiah untuk memahami dinamika penyebarannya dan menilai efektivitas intervensi yang dapat diberikan, salah satunya melalui treatment. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model dinamik kecanduan judi online dengan pengaruh intervensi treatment dengan membagi lima subpopulasi yaitu Susceptible (S) jumlah individu rentan, Hesitator (H) jumlah individu yang pernah mencoba berjudi tetapi masih dalam tahap ragu-ragu untuk melanjutkan, Gambler (G) jumlah individu yang aktif berjudi dan mengalami kecanduan, Treatment (T) jumlah individu yang menjalani treatment, dan Disclaimer (D) jumlah individu yang telah berhenti berjudi atau berhasil melepaskan diri dari kecanduan. Proses penelitian mencakup pengembangan model matematika, analisis kestabilan sistem dengan menggunakan titik ekuilibrium dan bilangan reproduksi dasar (R_0), serta simulasi numerik dengan software MATLAB. Hasil penelitian menunjukkan dua titik ekuilibrium, yaitu titik ekuilibrium bebas kecanduan dan endemik. Parameter laju treatment (θ) memiliki efektivitas yang baik dalam mengurangi laju individu yang terinfeksi (β) kecanduan judi online. Hal ini menegaskan bahwa intervensi treatment berperan sebagai strategi efektif dalam mengendalikan penyebaran kecanduan judi online.
Kata kunci: Judi Online; Kecanduan; Model Matematika; Simulasi MATLAB; Treatment

Abstract

The development of online gambling in Indonesia is growing rapidly due to its easy accessibility through digital devices, causing social problems such as an increase in addiction cases, especially among teenagers. This phenomenon has psychological, social, and economic impacts, requiring a scientific approach to understand the dynamics of its spread and assess the effectiveness of interventions that can be provided, one of which is through treatment. This study aims to develop a dynamic model of online gambling addiction with the influence of treatment interventions by dividing five subpopulations, namely Susceptible (S) individuals who are vulnerable, Hesitator (H) individuals who have tried gambling but are still hesitant to continue, Gambler (G) individuals who actively gamble and are addicted, Treatment (T) individuals undergoing treatment, and Disclaimer (D) individuals who have stopped gambling or successfully freed themselves from addiction. The research process includes the development of a mathematical model, analysis of system stability using equilibrium points and basic reproduction numbers(R_0), and numerical simulation using MATLAB software. The results of the study show two equilibrium points, namely the addiction-free equilibrium point and the endemic equilibrium point. The treatment rate parameter (θ) is effective in reducing the rate of individuals infected (β) with online gambling addiction. This confirms that treatment intervention plays an effective role in controlling the spread of online gambling addiction.
Keywords: Online Gambling; Addiction;Mathematical Model; MATLAB Simulation; Treatment

Citation: Sinaga, G., & Nasution, H. (2025). Model Dinamik Kecanduan Judi Online dengan Pengaruh Intevensi Treatment. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 813 – 821.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat tidak dapat dilepaskan dari kontribusi matematika sebagai disiplin ilmu dasar yang mendukung kemajuan berbagai bidang. Salah satu penerapan penting matematika dalam memahami fenomena sosial adalah melalui pemodelan matematika, yang memungkinkan perumusan perilaku manusia dan dinamika sosial dalam bentuk sistem persamaan untuk dianalisis secara kuantitatif. Model semacam ini tidak hanya digunakan dalam bidang epidemiologi dan ekonomi, tetapi juga dalam kajian perilaku sosial yang bersifat adiktif, seperti kecanduan judi *online*, yang kini menjadi fenomena sosial serius di era digital. Judi *online* merupakan bentuk perjudian berbasis internet yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui perangkat elektronik. Kemudahan akses dan iming-iming keuntungan instan menjadikannya sangat menarik, terutama bagi remaja dan generasi muda (Nurdiana et al., 2022). Kecanduan judi *online* dapat menimbulkan dampak psikologis dan sosial yang serius, seperti kehilangan kontrol diri, gangguan fungsi sosial, serta risiko finansial (Ihsanudin et al., 2023;Di Nicola et al., 2020). Data dari PPATK menunjukkan tingginya angka partisipasi anak dan remaja dalam judi *online*, dengan jutaan transaksi bernilai ratusan miliar rupiah di Indonesia (Lubis et al., 2023). Fakta ini menegaskan bahwa judi *online* merupakan ancaman sosial dengan karakteristik penyebaran yang cepat dan dinamis, mirip dengan proses penyebaran penyakit menular dalam populasi.

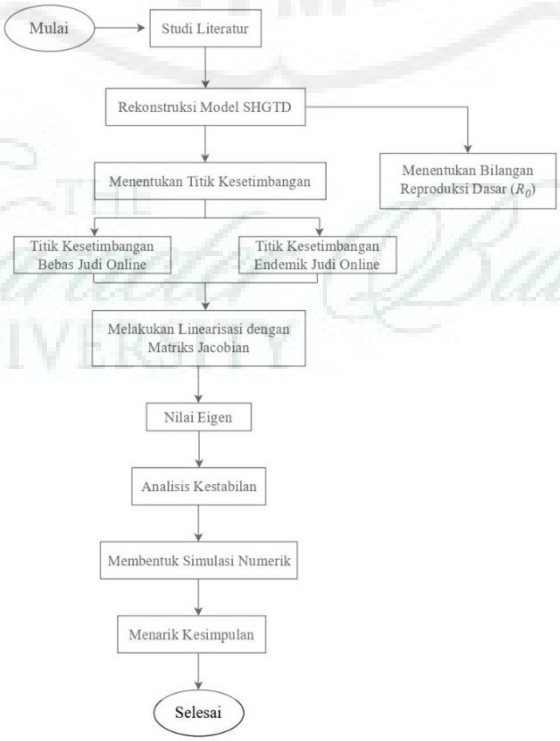
Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji fenomena ini melalui pendekatan model matematika. Syahfitri et al. (2025) menggunakan model SEIR untuk menjelaskan dinamika kecanduan judi *online* di masyarakat Desa Tanjung Putus dan menemukan bahwa tanpa intervensi efektif, individu cenderung bertahan dalam kondisi kecanduan dalam jangka panjang. Bahri et al. (2023) mengembangkan model NAP (*No problem gambling–At-risk gambling–Problem gambling*) untuk menganalisis dinamika perjudian di kalangan pemuda, dan menemukan bahwa jika bilangan reproduksi dasar $R_0 > 1$, maka perilaku berjudi akan menyebar secara endemik. Sementara itu, Kong et al. (2021) mengusulkan model empat kompartemen; S (*Susceptible*), H (*Hesitator*), G (*Gambler*), D (*Disclaimer*) untuk menganalisis penyebaran judi *online* dengan menentukan titik ekuilibrium bebas judi dan endemik. Model Kong et al. menunjukkan bahwa sistem menjadi stabil bebas judi ketika $R_0 < 1$, namun berpotensi endemik ketika $R_0 > 1$.

Namun, model Kong et al. (2021) belum memasukkan faktor intervensi *treatment* yang memiliki peran penting dalam mengubah dinamika perilaku kecanduan. Padahal, penelitian klinis menunjukkan bahwa *treatment* seperti terapi kognitif-perilaku dan terapi farmakologis efektif dalam mengurangi gejala gangguan perjudian (Shane Thomas & Chair, Guideline Development Group Chair, 2011; Di Nicola, De Crescenzo, D'alò, et al., 2020). Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian dalam pemodelan dinamik kecanduan judi *online*, yakni belum adanya model yang secara eksplisit mengakomodasi pengaruh *treatment* terhadap dinamika populasi penjudi. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan model SHGTD (*Susceptible–Hesitator–Gambler–Treatment–Disclaimer*), yaitu modifikasi dari model Kong et al. (2021) dengan menambahkan kompartemen *Treatment* (T). Kompartemen ini merepresentasikan individu yang menjalani terapi atau intervensi psikologis untuk mengurangi perilaku berjudi, yang dapat memengaruhi transisi antarstatus dalam populasi.

Kebaruan ilmiah dari penelitian ini terletak pada penambahan kompartemen *treatment* ke dalam model dinamik kecanduan judi *online* untuk mempelajari dampak intervensi terhadap kestabilan sistem dan tingkat penyebaran kecanduan. Selain itu, penelitian ini juga menurunkan bilangan reproduksi dasar, menganalisis titik kesetimbangan dan kestabilan sistem, serta melakukan simulasi numerik menggunakan MATLAB R2022a guna menggambarkan perilaku dinamik populasi dalam berbagai skenario *treatment*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model dinamik perilaku adiktif serta kontribusi praktis bagi perumusan strategi intervensi yang efektif dalam mengurangi kecanduan judi *online* di masyarakat.

METODE PENELITIAN

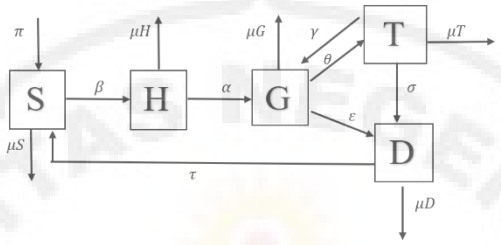
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari jurnal penelitian, skripsi, dan laporan yang berkaitan dengan penelitian ini. Berikut merupakan diagram alir yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model pada penelitian ini membahas model penyebaran judi *online* tipe SHGTD. Model ini terbagi atas 5 kompartemen, yaitu: S *(Susceptible)* jumlah individu rentan, H *(Hesitator)* jumlah individu yang pernah mencoba berjudi tetapi masih dalam tahap ragu-ragu untuk melanjutkan, G *(Gambler)* jumlah individu yang aktif berjudi dan mengalami kecanduan, T *(Treatment)* jumlah individu yang menjalani *treatment*, dan D *(Disclaimer)* jumlah individu yang telah berhenti berjudi atau berhasil melepaskan diri dari kecanduan. Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, didapatkan skema model SHGTD sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Model SHGTD

Keterangan; $S =$ Jumlah individu rentan; $H =$ Jumlah individu yang pernah berjudi namun masih dalam tahap ragu-ragu; $G =$ Jumlah individu yang kecanduan; $T =$ Jumlah individu yang melakukan *treatment; D* $=$ Jumlah individu yang berhenti berjudi; $\pi =$ Laju kelahiran; $\beta =$ Laju individu yang pernah berjudi namun masih tahap ragu-ragu; $\alpha =$ Laju individu yang kecanduan judi *online;* $\theta =$ Laju individu yang melakukan *treatment;* $\gamma =$ Laju individu yang kembali kecanduan setelah di *treatment;* $\varepsilon =$ Laju individu yang berhenti berjudi; $\sigma =$ Laju individu yang berhenti berjudi setelah di *treatment;* $\tau =$ Laju perpindahan individu *disclaimer* menjadi individu rentan Kembali; dan $\mu =$ Laju kematian alami.

Berdasarkan skema dan uraian diatas, maka penyebaran kecanduan judi *online* dimodelkan dalam bentuk sistem persamaan diferensial sebagai berikut; $\frac{dS}{dt} = \pi N + \tau D - \beta\frac{SH}{N} - \mu S$; $\frac{dH}{dt} = \beta\frac{SH}{N} - (\mu+\alpha)H$; $\frac{dG}{dt} = \alpha H + \gamma T - (\mu+\theta+\varepsilon)G$; $\frac{dT}{dt} = \theta G - (\mu+\gamma+\sigma)T$; $\frac{dD}{dt} = \sigma T + \varepsilon G - (\mu+\varepsilon+\tau)D$ dengan $N(t) = S(t) + H(t) + G(t) + T(t) + D(t)$. Selanjutnya, sistem persamaan diatas dilakukan penondimensian untuk mereduksi komponen-komponen yang terdapat pada sistem tersebut $s = \frac{S}{N}$, $h = \frac{H}{N}$, $g = \frac{G}{N}$, $r = \frac{T}{N}$, dan $d = \frac{D}{N}$, sehingga persamaan differensial menjadi $\frac{ds}{dt} = \pi + \tau d - \beta sh - \mu s$; $\frac{dh}{dt} = \beta sh - (\mu+\alpha)h$; $\frac{dg}{dt} = \alpha h + \gamma r - (\mu+\theta+\varepsilon)g$; $\frac{dr}{dt} = \theta g - (\mu+\gamma+\sigma)r$; dan $\frac{dd}{dt} = \sigma r + \varepsilon g - (\mu+\tau)d$. Kemudian dalam penelitian ini diperoleh dua titik kesetimbangan, yaitu titik bebas kecanduan dan titik endemik. Titik kesetimbangan bebas kecanduan yang diperoleh dari sistem adalah $E_0 = (s^*, h^*, g^*, r^*, d^*) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0,0,0,0\right)$. Sedangkan titik kesetimbangan endemik sistem adalah $E_1 = (s^*, h^*, g^*, r^*, d^*)$ dengan

$$s = \frac{\mu+\alpha}{\beta}$$

$$h = \frac{(\mu(\mu+\alpha)-\pi\beta)(\mu+\tau)\big((\mu+\theta+\varepsilon)(\mu+\gamma+\sigma)-\gamma\theta\big)}{\beta\Big(\tau\alpha\big(\sigma\theta+\varepsilon(\mu+\gamma+\sigma)\big)\Big)-(\mu+\alpha)(\mu+\tau)\big((\mu+\theta+\varepsilon)(\mu+\gamma+\sigma)-\gamma\theta\big)}$$

$$g = \frac{\alpha(\mu(\mu+\alpha)-\pi\beta)(\mu+\tau)(\mu+\gamma+\sigma)}{\beta\Big(\tau\alpha\big(\sigma\theta+\varepsilon(\mu+\gamma+\sigma)\big)\Big)-(\mu+\alpha)(\mu+\tau)\big((\mu+\theta+\varepsilon)(\mu+\gamma+\sigma)-\gamma\theta\big)}$$

$$r = \frac{\theta\alpha(\mu+\tau)(\mu(\mu+\alpha)-\pi\beta)}{\beta\Big(\tau\alpha\big(\sigma\theta+\varepsilon(\mu+\gamma+\sigma)\big)\Big)-(\mu+\alpha)(\mu+\tau)\big((\mu+\theta+\varepsilon)(\mu+\gamma+\sigma)-\gamma\theta\big)}$$

$$d = \frac{\alpha(\mu(\mu+\alpha)-\pi\beta)\big(\sigma\theta+\varepsilon(\mu+\gamma+\sigma)\big)}{\beta\Big(\tau\alpha\big(\sigma\theta+\varepsilon(\mu+\gamma+\sigma)\big)\Big)-(\mu+\alpha)(\mu+\tau)\big((\mu+\theta+\varepsilon)(\mu+\gamma+\sigma)-\gamma\theta\big)}$$

Selanjutnya, syarat untuk kestabilan titik kesetimbangan bebas kecanduan akan dibahas sebagai berikut. Matriks Jacobian untuk model ini pada titik kesetimbangan bebas kecanduan adalah

$$|J(E_0) - \lambda I| = \begin{bmatrix} -\mu - \lambda & -\beta\left(\frac{\pi}{\mu}\right) & 0 & 0 & \tau \\ 0 & \beta\left(\frac{\pi}{\mu}\right) - (\mu + \alpha) - \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -(\mu + \theta + \varepsilon) - \lambda & \gamma & 0 \\ 0 & 0 & \theta & -(\gamma + \mu + \sigma) - \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon & \sigma & -(\mu + \tau) - \lambda \end{bmatrix}$$

Dari determinan matriks Jacobian titik ekuilibrium E_0 diperoleh nilai eigen sebagai berikut $\lambda_1 = -0{,}6,\ \lambda_2 = -0{,}47,\ \lambda_3 = -0{,}15,\ \lambda_4 = 0{,}1,$ dan $\lambda_5 = -0{,}1$. Selanjutnya adalah syarat untuk kestabilan titik kesetimbangan endemik, dan matriks Jacobian untuk model ini pada titik kesetimbangan endemik Adalah

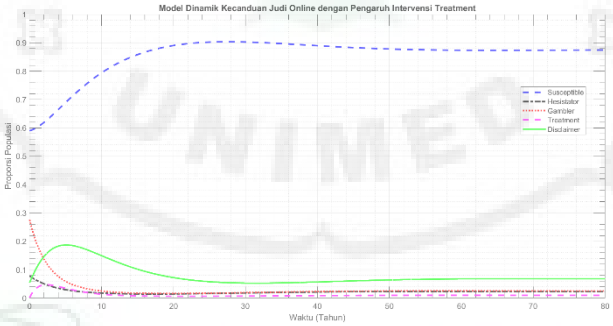
$$|J(E_1) - \lambda I| = \begin{bmatrix} -\left(\frac{(\mu W - \pi\beta)\left(Z(XY - \gamma\theta)\right)}{\tau\alpha(\sigma\theta + \varepsilon Y) - WZ(XY - \gamma\theta)}\right) - \mu - \lambda & -W & 0 & 0 & \tau \\ \left(\frac{(\mu W - \pi\beta)\left(Z(XY - \gamma\theta)\right)}{\tau\alpha(\sigma\theta + \varepsilon Y) - WZ(XY - \gamma\theta)}\right) & 0 - \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha & -X - \lambda & \gamma & 0 \\ 0 & 0 & \theta & -Y - \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon & \sigma & -Z - \lambda \end{bmatrix}$$

Dari determinan matriks Jacobian titik ekuilibrium E_1 diperoleh nilai eigen sebagai berikut:$\lambda_1 = -0{,}1,\ \lambda_2 = -0{,}5981,\ \lambda_3 = -0{,}4767,\ \lambda_4 = -0{,}0817 + 0{,}0904i,\ \lambda_5 = -0{,}0817 - 0{,}0904i$. Dengan menggunakan *Next Generation Matrix*, diperoleh *Basic Reproduction Number* (persamaan 1) untuk system.

$$R_0 = \frac{\beta\pi}{\mu(\mu + \alpha)} \quad (1)$$

Berikut disajikan nilai variabel dan parameter; S = 0,590; H = 0,0781; G = 0,2764; T = 0,0013; D = 0,0542; π = 0,1; β = 0,8; α = 0,6; θ = 0,2; γ = 0,02; ε = 0,25; σ = 0,4; τ = 0,05; dan μ =0,1.

Simulasi model kecanduan judi *online* dilakukan setelah melakukan analisis model, identifikasi variabel dan pengambilan data. Model yang dibentuk kemudian dianalisis. Setelah menganalisis model dilakukan identifikasi variabel. Berikut simulasi yang dihasilkan:

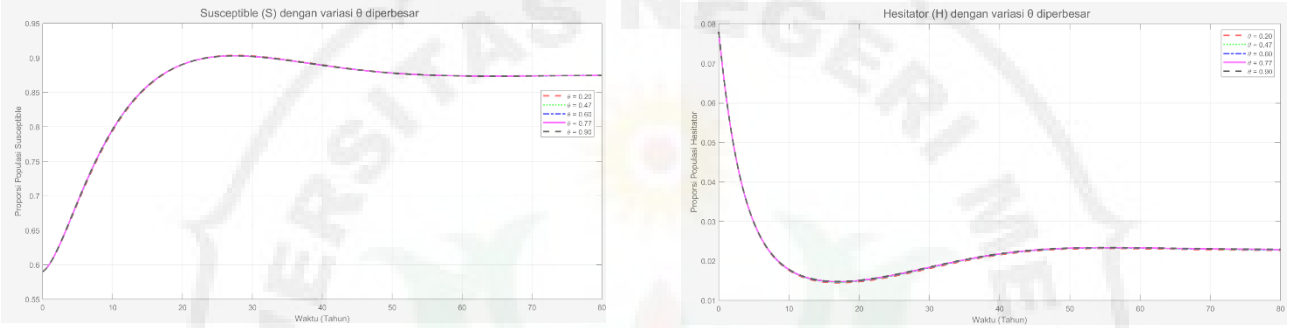


Gambar 3. Grafik Simulasi Kecanduan Judi *Online* dengan Intervensi *Treatment*

Berdasarkan hasil simulasi model dinamik kecanduan judi *online* dengan intervensi *treatment* yang ditampilkan dalam grafik, diperoleh hasil sebagai berikut. Proporsi individu *susceptible* (S) yang ditunjukkan oleh garis putus-putus biru pada awalnya berada pada tingkat sedang, lalu meningkat cukup tajam hingga mencapai kondisi stabil mendekati 0,9. Peningkatan ini menunjukkan bahwa dengan adanya intervensi *treatment*, sebagian besar populasi kembali masuk ke kelompok rentan dan tidak melanjutkan ke tahap pecandu.

Proporsi individu *hesitator* (H) digambarkan dengan garis putus-putus hitam. Populasi pada kompartemen ini awalnya terlihat cukup kecil, kemudian semakin berkurang hingga hampir nol. Hal ini mengindikasikan bahwa individu ragu-ragu cenderung berpindah ke kelompok pecandu atau mendapatkan pengaruh *treatment*, sehingga keberadaan mereka semakin lama semakin sedikit. Proporsi individu *gambler* (G) ditunjukkan dengan garis titik-titik merah. Pada awalnya, jumlah individu yang aktif berjudi cukup besar, namun terus menurun tajam seiring waktu. Penurunan ini menandakan bahwa intervensi *treatment* mampu menekan jumlah pecandu judi *online* sehingga populasi pada kompartemen ini dapat diminimalisir. Proporsi individu *treatment* (T) yang digambarkan dengan garis putus-putus ungu pada awalnya mengalami kenaikan, namun kemudian cepat menurun dan stabil pada tingkat yang rendah. Pola ini mencerminkan bahwa sebagian pecandu masuk ke dalam proses pengobatan di tahap awal, tetapi jumlah mereka berkurang karena keberhasilan maupun kegagalan dalam menjalani *treatment*.

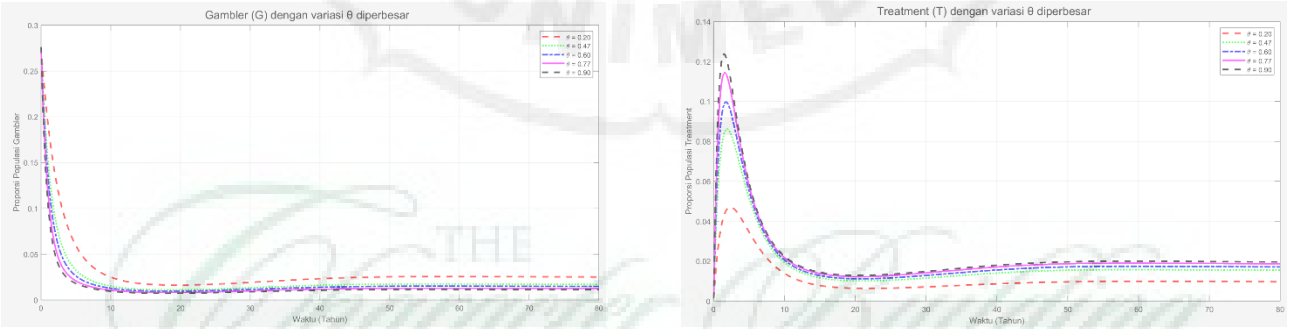
Proporsi individu *disclaimer* (D) ditunjukkan dengan garis hijau. Pada awal periode, proporsi ini meningkat cukup tajam hingga mencapai puncaknya, lalu secara bertahap menurun. Hal ini menggambarkan bahwa banyak individu berhasil keluar dari kecanduan pada tahap awal, namun dalam jangka panjang sebagian kembali ke kelompok rentan sehingga jumlah populasi di kompartemen ini menurun. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh intervensi *treatment* terhadap dinamika kecanduan judi *online*, dilakukan variasi nilai pada parameter laju individu yang masuk *treatment* (θ), ketika θ semakin meningkat. Tujuan melakukan variasi nilai parameter ini adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh peningkatan atau penurunan laju masuknya individu ke dalam program *treatment* dalam menekan jumlah individu pada kelas *gambler*, ketika tanpa intervensi yang memadai kecanduan judi *online* akan terus meningkat dalam populasi. Variasi nilai θ yang digunakan dalam analisis ini yaitu (0,2; 0,47; 0,6; 0,77; 0,9). Setelah dianalisis perubahan nilai θ, diperoleh hasil yang tersaji pada gambar



(a) (b)

Gambar 4. (a) Grafik S dengan laju θ=0,2;0,47;0,6;0,77;0,9 (b) Grafik H dengan laju θ=0,2;0,47;0,6;0,77;0,9

Berdasarkan gambar 4a terlihat bahwa proporsi individu rentan (S) pada awalnya berada di tingkat yang lebih rendah, lalu meningkat dengan cepat hingga mencapai nilai puncak sebelum akhirnya stabil pada titik konstan. Semakin tinggi laju *treatment*, maka proporsi populasi rentan tetap cenderung tinggi. Hal ini memperlihatkan bahwa peningkatan intervensi *treatment* mampu menjaga agar sebagian besar individu tidak berpindah ke kompartemen lain. Gambar 4b menunjukkan proporsi individu *hesitator* (H) awalnya cukup besar, tetapi kemudian mengalami penurunan drastis seiring waktu hingga stabil pada angka yang sangat kecil. Pola ini mengindikasikan bahwa semakin besar laju *treatment*, semakin cepat individu ragu-ragu meninggalkan kompartemen ini, baik karena berpindah menjadi pecandu maupun masuk ke program *treatment*.



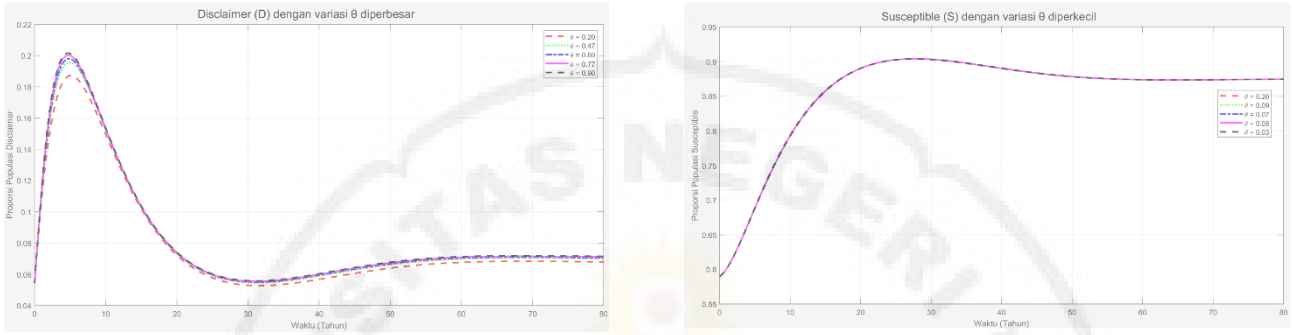
(a) (b)

Gambar 5. (a) Grafik G dengan laju θ=0,2;0,47;0,6;0,77;0,9 (b) Grafik T dengan laju θ=0,2;0,47;0,6;0,77;0,9

Berdasarkan gambar 5a terlihat bahwa pada kompartemen *gambler* (G), proporsi populasi pada awalnya cukup tinggi lalu menurun tajam hingga mencapai kestabilan di level rendah. Hal ini menegaskan bahwa semakin besar laju *treatment*, jumlah penjudi aktif dapat ditekan secara signifikan, sehingga *treatment* berperan penting dalam mengurangi prevalensi kecanduan judi *online*. Gambat 5b menunjukkan bahwa proporsi individu dalam kompartemen *treatment* (T) meningkat pada awalnya, kemudian melandai hingga stabil pada titik tertentu. Peningkatan laju *treatment* (θ) mendorong semakin banyak individu pecandu masuk ke dalam program pengobatan, yang menunjukkan bahwa intervensi ini efektif dalam menampung individu kecanduan agar tidak kembali menjadi penjudi aktif.

Selanjutnya gambar 6a terlihat proporsi individu *disclaimer* (D) sempat mengalami peningkatan sebelum akhirnya menurun dan stabil pada nilai konstan. Variasi laju *treatment* tidak memberikan perbedaan mencolok terhadap kompartemen ini, namun tetap terlihat adanya kecenderungan bahwa *treatment* berkontribusi pada bertambahnya jumlah individu yang berhenti berjudi secara permanen. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh intervensi *treatment*

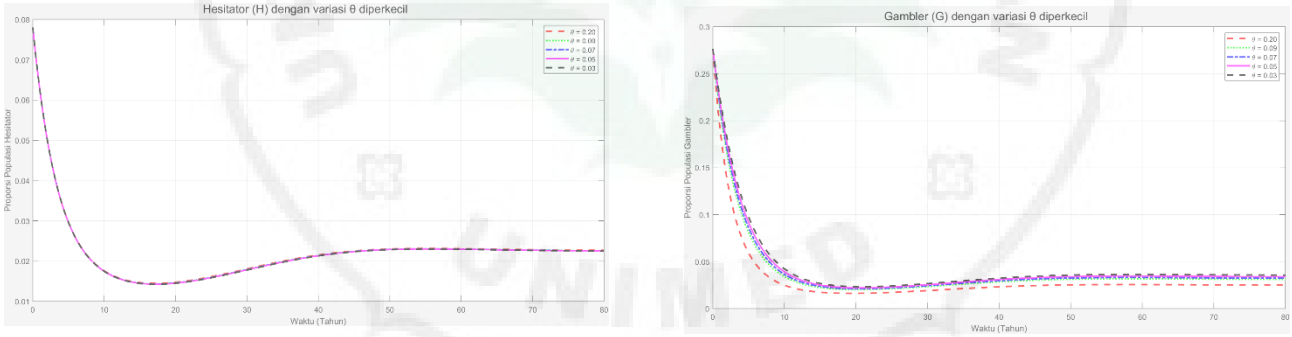
terhadap dinamika kecanduan judi *online*, dilakukan variasi nilai pada parameter laju individu yang masuk *treatment* (θ), ketika θ semakin menurun. Tujuan melakukan variasi nilai parameter ini adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh peningkatan atau penurunan laju masuknya individu ke dalam program *treatment* dalam menekan jumlah individu pada kelas *gambler*, ketika tanpa intervensi yang memadai kecanduan judi *online* akan terus meningkat dalam populasi. Variasi nilai θ yang digunakan dalam analisis ini yaitu (0,2; 0,09; 0,07; 0,05; 0,03). Setelah dianalisis perubahan nilai θ, diperoleh hasil yang tersaji pada gambar



(a) (b)

Gambar 6 (a) Grafik D dengan laju θ=0,2;0,47;0,6;0,77;0,9 **(b)** Grafik S dengan laju θ=0,2;0,9;0,07;0,05;0,03

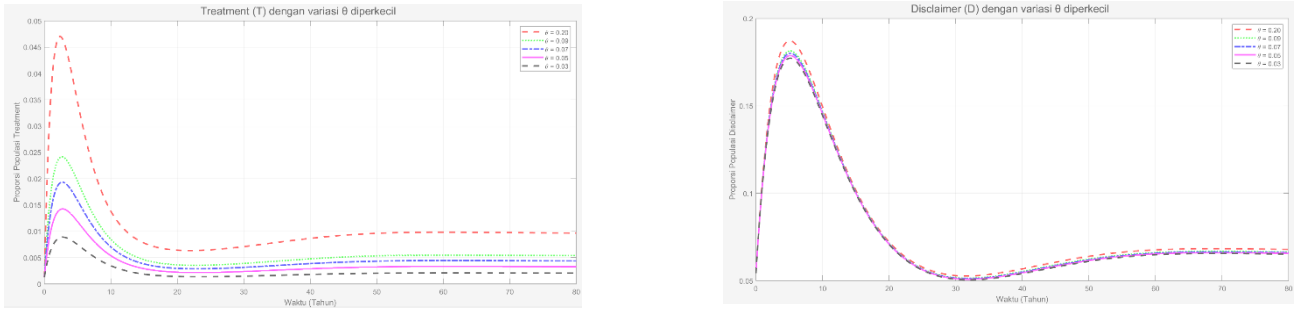
Gambar 6b terlihat bahwa proporsi individu rentan (S) cenderung tetap tinggi atau penurunannya sangat lambat. Hal ini menggambarkan bahwa ketika laju individu yang masuk ke *treatment* semakin kecil, maka hanya sedikit individu kecanduan yang dapat mengikuti program *treatment*. Akibatnya, sebagian besar individu tetap berada pada kompartemen rentan (*susceptible*), sehingga proporsi rentan (S) dalam populasi bertahan tinggi dalam jangka waktu yang lama.



(a) (b)

Gambar 7 (a) Grafik H dengan laju θ=0,2;0,9;0,07;0,05;0,03 **(b)** Grafik G dengan laju θ=0,2;0,9;0,07;0,05;0,03

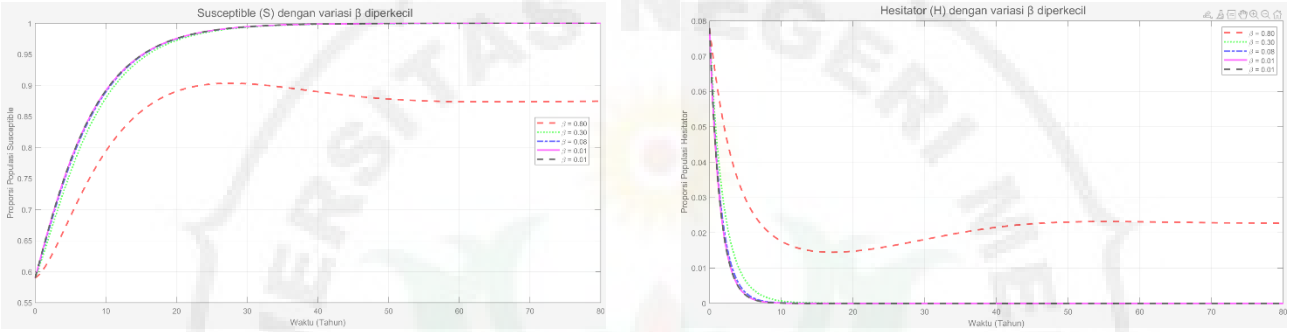
Gambar 7a menunjukkan bahwa proporsi individu *hesitator* (H) menurun tajam pada fase awal sebelum akhirnya stabil pada nilai yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan laju *treatment* tidak banyak memengaruhi jumlah individu yang berada dalam tahap ragu-ragu, sebab sebagian besar dari mereka berpindah dengan cepat ke kompartemen lain, seperti menjadi *gambler* atau masuk ke *treatment*. Sedangkan gambar 7b menunjukkan proporsi individu *gambler* (G) menurun di awal kemudian mencapai keadaan stabil. Ketika nilai θ semakin kecil, individu kecanduan yang masuk ke *treatment* semakin sedikit, sehingga proporsi *gambler* sedikit lebih tinggi dibandingkan saat θ besar. Hal ini menggambarkan bahwa penurunan laju *treatment* memperbesar kemungkinan individu tetap berada dalam kondisi kecanduan.



(a) (b)

Gambar 8 (a) Grafik T dengan laju θ=0,2;0,9;0,07;0,05;0,03 **(b)** Grafik D dengan laju θ=0,2;0,9;0,07;0,05;0,03

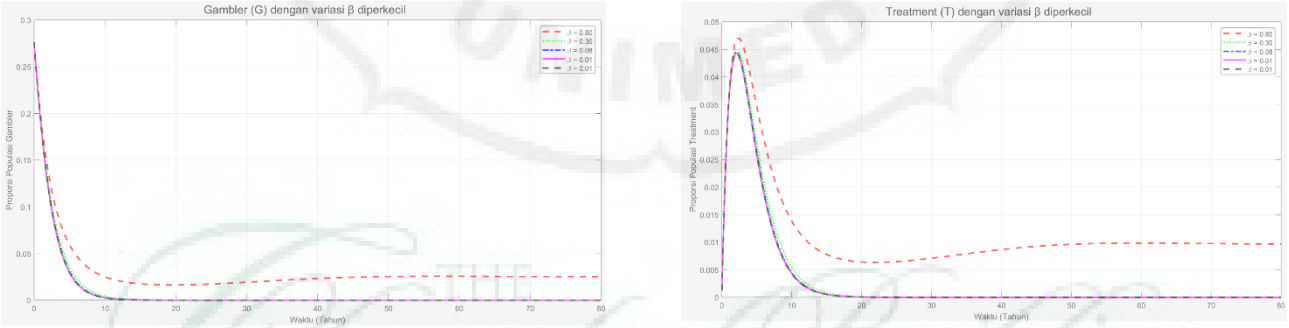
Gambar 8a menunjukkan bahwa proporsi individu pada kompartemen *treatment* (T) mengalami penurunan yang cukup signifikan ketika θ diperkecil. Semakin kecil laju *treatment*, semakin sedikit individu kecanduan yang dapat mengikuti program pengobatan, sehingga jumlah individu dalam kompartemen ini bertahan pada nilai yang sangat rendah. Kemudian gambar 8b terlihat bahwa proporsi individu pada kompartemen *disclaimer* (D) sempat meningkat di awal kemudian menurun dan stabil pada nilai tertentu. Variasi θ yang diperkecil tidak terlalu memengaruhi jumlah individu pada kompartemen ini, yang menunjukkan bahwa proses berhenti berjudi lebih dipengaruhi oleh faktor lain seperti keberhasilan atau kegagalan *treatment* dibandingkan laju masuk *treatment* itu sendiri. Analisis pengaruh parameter β, yaitu laju individu yang kecanduan judi *online*, dengan cara membuat variasi nilai β semakin menurun dapat dilihat pada Tabel 4.3. setelah dilakukan uji coba pada perhitungan nilai R_0, maka nilai R_0 akan semakin mengecil. dengan nilai (0,8; 0,3; 0,08; 0,01; 0,005). Setelah dianalisis perubahan nilai β, diperoleh hasil yang tersaji pada gambar



(a) (b)

Gambar 9 (a) Grafik S dengan laju β=0,8;0,3;0,08;0,01;0,005; **(b)** Grafik H dengan laju β=0,8;0,3;0,08;0,01;0,005

Gambar 9a terlihat bahwa jumlah individu rentan (S) mengalami peningkatan tajam ketika laju infeksi β semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang mengurangi laju individu yang awalnya rentan membuat lebih banyak individu tetap berada di kompartemen *susceptible*. Akibatnya, proporsi individu rentan (S) dalam populasi tetap tinggi dalam jangka panjang. Gambar 9b menunjukkan bahwa jumlah individu *hesitator* (H) semakin menurun dengan cepat ketika laju infeksi β semakin kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa penurunan laju perpindahan dari rentan ke ragu-ragu secara langsung mengurangi jumlah individu di kompartemen *hesitator*. Dengan semakin sedikitnya individu yang ragu-ragu, sebagian besar populasi tetap berada dalam kompartemen rentan (*susceptible*).



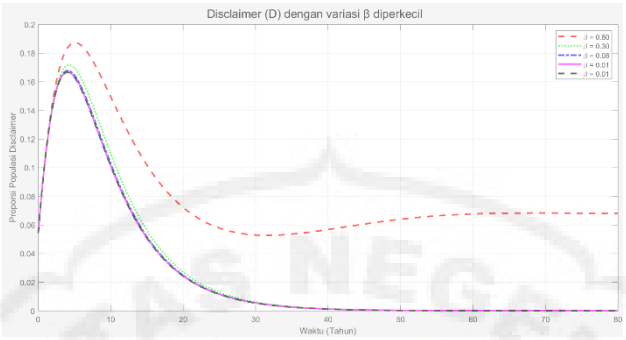
(a) (b)

Gambar 10(a) Grafik G dengan laju β=0,8;0,3;0,08;0,01;0,005; (b) Grafik T dengan laju β=0,8;0,3;0,08;0,01;0,005

Gambar 10a di atas terlihat bahwa jumlah individu *gambler* (G) mengalami penurunan cepat seiring dengan menurunnya laju infeksi β. Ini menunjukkan bahwa intervensi yang efektif dalam mengurangi laju perpindahan ke tahap ragu-ragu juga berdampak signifikan pada penurunan jumlah individu yang kecanduan. Dengan demikian, proporsi individu *gambler* cenderung mendekati nol pada waktu tertentu. Sedangkan gambar 10b terlihat bahwa jumlah individu yang melakukan *treatment* (T) semakin menurun ketika laju infeksi β semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin sedikit individu yang terinfeksi, sehingga kebutuhan terhadap *treatment* juga menurun dan proporsi (T) bertahan pada nilai rendah.

Kemudian gambar 11 terlihat bahwa jumlah individu pada kompartemen *disclaimer* (D) menurun secara signifikan seiring dengan menurunnya laju infeksi β. Hal ini menggambarkan bahwa semakin kecil nilai β, semakin sedikit individu yang berpindah ke kompartemen *disclaimer*, karena jumlah total individu yang masuk ke dalam siklus kecanduan dan *treatment* juga berkurang. Berdasarkan gambar 9a, gambar 9b, gambar 10a, gambar 10b dan gambar 11 dapat dilihat bahwa peluang individu terinfeksi β berpengaruh terhadap dinamika populasi. Semakin besar nilai β, maka populasi

rentan berkurang lebih cepat dan jumlah individu pada kompartemen lain (*hesitator, gambler, treatment, disclaimer*) meningkat. Sebaliknya, semakin kecil nilai β, maka penyakit akan menurun dan penyebarannya semakin lambat dengan jumlah kasus yang kecil serta stabil."



Gambar 11. Grafik D dengan laju β=0,8;0,3;0,08;0,01;0,005

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, hasil yang diperoleh terhadap model dinamik kecanduan judi *online* dengan intervensi *treatment* menunjukkan dua titik ekuilibrium, yaitu titik ekuilibrium bebas kecanduan $E_0 = (s^*, h^*, g^*, r^*, d^*) = \left(\frac{\pi}{\mu}, 0,0,0,0\right)$ dan titik ekuilibrium endemik $E_1 = (s^*, h^*, g^*, r^*, d^*) = \left(\frac{W}{\beta}, \frac{\mu W - \pi\beta(Z(XY-\gamma\theta))}{\beta(\tau\alpha(\sigma\theta+\varepsilon Y)-WZ(XY-\gamma\theta))}, \frac{\alpha h^* Y}{XY-\gamma\theta}, \frac{\theta g^*}{Y}, \frac{\alpha h^*(\sigma\theta+\varepsilon Y)}{Z(XY-\gamma\theta)}\right)$. dari hasil analisis kestabilan, didapat bahwa kestabilan bebas kecanduan bersifat tidak stabil. Artinya, kondisi tanpa pecandu tidak bisa bertahan lama. Jika ada sedikit saja orang yang mulai berjudi, maka kecanduan akan muncul kembali dan menyebar di dalam populasi.. Sebaliknya, titik ekuilibrium endemik terbukti stabil secara asimtotik lokal, yang menunjukkan bahwa sistem akan cenderung bergerak menuju keadaan endemik yang stabil seiring waktu. Hal ini menegaskan bahwa perilaku kecanduan judi *online* akan tetap bertahan dalam populasi pada proporsi tertentu, meskipun telah dilakukan intervensi seperti *treatment*. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian jangka panjang agar tingkat kecanduan dapat ditekan secara berkelanjutan. Kemudian hasil simulasi menggunakan MATLAB menghasilkan grafik yang menggambarkan dinamika model yang dapat disimpulkan, bahwa laju *treatment* (θ) memiliki efektivitas yang baik dalam mengurangi laju individu yang terinfeksi (β) kecanduan judi *online*. Semakin tinggi laju *treatment* (θ), maka laju individu yang terinfeksi (β) akan semakin berkurang dan pada saat penurunan laju *treatment* (θ), laju individu yang terinfeksi (β) akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi *treatment* merupakan strategi yang efektif dalam mengendalikan kecanduan judi *online*.

DAFTAR PUSTAKA

Anton, H., & Rorres, C. (2014). *Elementary Linear Algebra: Applications Version*.

Bahri, S., Pratama, E. A., & Efendi. (2023). *Pemodelan Dinamika Pejudi Muda*. *9*(1), 45–56.

Boyce, W. E., DiPrima, R. C., & Meade, D. B. (2009). Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. In *The American Mathematical Monthly* (Vol. 86, Issue 7). https://doi.org/10.2307/2320609

Budiman, A. A., Maya, G. A. K. S., Rahmawati, M., & Abidin, Z. (2021). Mengatur Ulang Kebijakan Tindak Pidana di Ruang Siber: Studi Tentang Penerapan UU ITE di Indonesia. In *Institute for Criminal Justice Reform (ICJR)*. (Vol. 12, Issue 1).

Di Nicola, M., De Crescenzo, F., D'alò, G. L., Remondi, C., Panaccione, I., Moccia, L., Molinaro, M., Dattoli, L., Lauriola, A., Martinelli, S., Giuseppin, G., Maisto, F., Crosta, M. L., Di Pietro, S., Amato, L., & Janiri, L. (2020). Pharmacological and Psychosocial Treatment of Adults With Gambling Disorder: A Meta-Review. *Journal of Addiction Medicine*, *14*(4), E15–E23. https://doi.org/10.1097/ADM.0000000000000574

Fatimah, S., & Taun. (2023). Tinjauan Yuridis Terhadap Pelaku Tindak Pidana Perjudian *Online* di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, *3*(2), 3224–3231.

Finizio, N., & Ladas, G. (1982). An Introduction to Differential Equations: with Difference Equations, Fourier Series, and Partial Differential Equations. In *Elementary Differential Equations with Linear Algebra*. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-573945-0.50004-7

Hale, J., & Kocak, H. (1991). *Dynamics and Bifurcations*.

Ihsanudin, R., Dewi, D. A., & Adriansyah, M. I. (2023a). Maraknya Judi *Online* Di Kalangan Remaja Kelurahan Derwati Kecamatan Rancasari Kota Bandung. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, *3*(1), 73–87.

Ihsanudin, R., Dewi, D. A., & Adriansyah, M. I. (2023b). Maraknya Judi *Online* Di Kalangan Remaja Kelurahan Derwati Kecamatan Rancasari Kota Bandung. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, *3*(1), 73–87. https://doi.org/10.21776/ub.jcerdik.2023.003.01.08

Kaya', K., Darmawati, & Ekawati, D. (2021). Model Matematika Pada Penyakit Diabetes Melitus Dengan Faktor Genetik Dan Faktor Sosial. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, *3*(1), 23–30. https://doi.org/10.31605/jomta.v3i1.1366

Kong, Y., Li, T., Wang, Y., Cheng, X., Wang, H., & Lei, Y. (2021). Dynamics analysis of an *online* gambling spreading model on scale-free networks. *Advances in Difference Equations*, *2021*(1). https://doi.org/10.1186/s13662-020-03165-z

Laksono, H. D. (2015). *Pengantar Pemograman Dengan MATLAB (Aplikasi Pada Matematika Rekayasa)*.

Laras, A., Salvabillah, N., Caroline, C., Delas, J., Dinda, F., & Finanto, M. (2024). Analisis Dampak Judi *Online* di Indonesia. *Concept: Journal of Social Humanities and Education*, *3*(2), 320–331. https://doi.org/10.55606/concept.v3i2.1304

Lubis, F. H., Pane, M., & Irwansyah. (2023). Fenomena Judi *Online* di Kalangan Remaja dan Faktor penyebab Maraknya Serta Pandangan Hukum Positif dan Hukum Islam (Maqashid Syariah). *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, *5*(2), 2655–2663. https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/13284/10396

Mathews, J. H., & Fink, K. D. (1999). *Numerical Methods using MATLAB. Third Edition*.

Musarifa, Hikmah, & Fardinah. (2021). Analisis Model Matematika Seitr Pada Penyakit Cacar Air. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, *3*(2), 45–52. https://doi.org/10.31605/jomta.v3i2.1372

Ndii. (2018). *Pemodelan Matematika Dinamika Populasi Dan Penyebaran Penyakit Teori, Aplikasi, Dan Numerik*. 1–23.

Nurdiana, M., Aisyah, N., & Ilham, S. N. (2022). Fenomena Judi *Online* di Daerah Jakarta Selatan. *Perspektif*, *2*(1), 105–110.

Pasaribu, L. M., & Marbun, R. C. (2024). Analisis Dampak Kasus Hati Hati Judi *Online* Terhadap Remaja. *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, *3*(1), 5634–5644.

Ross, S. L. (1984). *Differential equations 3rd edition* (pp. 3–4).

Shane Thomas, & Chair, Guideline Development Group Chair, E. A. P. D. (2011). Guideline for Screening , Assessment and Treatment in Problem Gambling. In *Monash University*.

Sitanggang, A. S., Sabta, R., & Fani Yuli, H. (2023). Perkembangan Judi *Online* dan Dampaknya Terhadap Masyarakat : Tinjauan Multidispliner. *Triwikama : Jurnal Ilmu Sosial*, *01*(05), 1–7. https://doi.org/10.6578/tjis.v1i6.248

Syahfitri, F. I., Siahaan, E. H. B., Ningsih, F. I., & Sitompul, A. (2025). Model Matematika terhadap Dinamika Kecanduan Judi *Online* pada Masyarakat Desa Tanjung Putus. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, *3*, 323–330.

Tjolleng, A. (2017). Buku Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB. *ReasearchGate*, *August*, 1–6.

Wiggins, S. (1990). *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*.