

PEMODELAN MATEMATIKA KEKERASAN DALAM RUMAH TANGGA (KDRT) TERHADAP PEREMPUAN DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN SOLUSI NUMERIK RUNGE-KUTTA ORDE EMPAT

Mamluatul Auliyak¹, Amaliyatul Hasanah^{2§}

¹Program Studi matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Annuqayah, Sumenep, Indonesia [mamluatulauliyak09@gmail.com]

²Program Studi matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Annuqayah, Sumenep, Indonesia [amaliyatulh@gmail.com]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Domestic violence against women is a complex phenomenon that not only violates human rights but also worsens individual quality of life and social stability in the long run. The impact not only includes physical injuries and psychological trauma but also disrupts family and community stability. The high number of domestic violence cases in Indonesia indicates the need for a scientific approach to understand the dynamics of the spread and more systematic control efforts. This study aims to build and analyze a mathematical model of the dynamics of domestic violence against women in Indonesia. The model is developed into six compartments, namely S_hIRS_vHC . With Susceptible host (S_h) is the population of vulnerable women, Infected (I) is the population of female victims, Recovered (R) is the population of recovered women while Susceptible vector (S_v) is the population of vulnerable men, Harassment perpetrator (H) is the population of perpetrators who have not been given a sentence and Criminal (C) is the population of perpetrators who have been given a criminal sentence. In the model, the equilibrium point and stability of the equilibrium point are sought, as well as numerical simulations using the fourth order Runge-Kutta method and the simulation results are compared with actual data for 2020-2024. Evaluation of model accuracy is done by calculating the relative error. The simulation results show that the Susceptible host sub population has decreased every time with a population of about 268,030 women. The Infected population experienced an increase at the beginning of the period and experienced a significant decrease in the following year, the Recovered population experienced an increase at the beginning to the middle of the period and for the Susceptible vector and Harassment perpetrator, Criminal populations experienced an increase every time.

Keywords: Domestic violence, mathematical model, equilibrium point, fourth-order Runge-Kutta

1. PENDAHULUAN

Tindak kekerasan, terutama yang terjadi dalam ruang lingkup rumah tangga, merupakan pelanggaran terhadap hak asasi manusia (HAM) dan merupakan kejahatan yang menodai kehormatan manusia, serta merupakan salah satu bentuk diskriminasi (Santoso, 2019). Tindakan kekerasan dalam bentuk apa pun dan dengan alasan apa pun tetap merupakan pelanggaran hukum yang tidak dapat dibenarkan. Oleh karena itu, setiap tindakan kekerasan dapat dilaporkan dan diproses secara hukum sebagai pelanggaran yang harus ditindaklanjuti (Sarah & Andriasari, 2023).

Kekerasan dalam rumah tangga (KDRT)

adalah fenomena sosial yang sangat serius dan kompleks dengan konsekuensi yang tidak terbatas pada kondisi fisik korban semata, tetapi juga pada aspek psikologis yang jauh lebih dalam dan bertahan lama. Ketika kekerasan terjadi dalam rumah tangga baik itu berupa kekerasan fisik, emosional, maupun seksual korban akan merasakan tekanan mental yang berat. Tekanan ini, dalam banyak kasus mengarah pada gangguan psikologis yang berpotensi merusak kualitas hidup korban dalam jangka panjang (Setiawan, 2024). Kekerasan fisik dan seksual dalam rumah tangga dapat menciptakan trauma psikologis yang mendalam.

Seorang istri yang mengalami kekerasan fisik, seperti pemukulan atau penghinaan, atau kekerasan seksual, dapat merasakan cemas, takut, dan merasa terperangkap dalam hubungan yang seharusnya menjadi tempat aman dan penuh kasih sayang. Perasaan terancam ini dapat menyebabkan korban mengalami kecemasan kronis, gangguan tidur, serta kecenderungan untuk mengisolasi diri dari orang-orang terdekat (Setyowati & Widayastuti, 2019). Menurut data dari Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (KPPA) sepanjang 2024 menunjukkan bahwa terdapat 31.947 kasus kekerasan yang terjadi di Indonesia, dari jumlah tersebut korban terbanyak adalah perempuan yang mencapai 27.658 orang (PPPAA, 2024). Dari keseluruhan kasus kekerasan yang terjadi jumlah kasus KDRT mencapai 9.382 atau tertinggi dibandingkan kategori lainnya. Sehingga diperlukan pemodelan matematika untuk dapat mensimulasikan jumlah kasus KDRT di masa mendatang.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan model matematika untuk mempelajari dinamika penyakit menular dan fenomena sosial serupa, seperti model SIR atau turunannya. Salah satunya, Penelitian yang dilakukan oleh Hurit dan Mungkari yang membandingkan metode Euler, Heun dan Runge-Kutta order empat sebagai solusi numerik pada model SEIR pada penyebaran penyakit meningitis. Hasil dari perbandingan tiga metode numerik tersebut menunjukkan bahwa Runge-Kutta orde empat merupakan metode yang paling akurat daripada dua metode yang lain dilihat dari nilai perbandingan galat absolutnya (Hurit & Mungkari, 2021). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hurit dkk tentang Model SIR pada Kasus Kecanduan Game Online menggunakan metode Euler dan metode Heun, diperoleh hasil metode Heun memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode Euler (Hurit, dkk. 2024).

Adapun studi yang secara khusus memodelkan dinamika KDRT terhadap perempuan masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian hanya fokus pada faktor sosial, hukum, dan psikologis tanpa melibatkan pendekatan kuantitatif berbasis sistem persamaan diferensial. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan dalam literatur, yaitu perlunya model matematika yang mampu merepresentasikan interaksi antara perempuan rentan, korban, sembuh, serta laki-laki yang

berpotensi menjadi pelaku maupun yang telah dihukum.

Penelitian ini membangkitkan model matematika dinamika KDRT dengan enam kompartemen, yaitu perempuan rentan (S_h), perempuan korban (I), perempuan sembuh (R), laki-laki rentan (S_v), pelaku belum dihukum (H) dan pelaku sudah dihukum (C). Analisis dilakukan melalui penentuan titik kesetimbangan dan kestabilan, serta simulasi numerik menggunakan metode Runge-Kutta orde empat dengan data aktual KDRT di Indonesia periode 2020–2024.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan data yang bersumber dari kementerian pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak (KPPA). Prosedur dalam melakukan penelitian ialah sebagai berikut:

- a. Studi literatur mengenai fenomena kekerasan dalam rumah tangga di Indonesia, pemodelan matematika dan metode Runge-Kutta.
- b. Menentukan asumsi awal dan variabel serta batasan-batasan terkait permasalahan yang digunakan dalam memodelkan fenomena KDRT.
- c. Merancang model matematika dalam bentuk Persamaan Diferensial Biasa.
- d. Menentukan titik kesetimbangan dan analisis kestabilan titik kesetimbangan.
- e. Membuat algoritma dan pemrograman dengan software MATLAB menggunakan metode Runge-Kutta.
- f. Menyelesaikan model S_hIRS_vHC dengan solusi numerik yang digunakan yaitu metode Runge-Kutta orde empat yang telah terbukti akurat dalam penelitian-penelitian terdahulu.
- g. Analisis hasil simulasi, jika hasil simulasi sesuai dengan realita maka dapat dikatakan konvergen.
- h. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil simulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model S_hIRS_vHC

Model Matematika pada penelitian ini dibedakan menjadi dua populasi, yaitu populasi korban dan populasi pelaku. Pada populasi korban terbagi atas tiga sub populasi yang terdiri

dari populasi perempuan yang berpotensi menjadi KDRT *Susceptible host* (S_h), populasi perempuan yang menjadi korban KDRT *Infected* (I), populasi perempuan korban KDRT yang sembuh secara fisik dan mental *Recovered* (R). Pada populasi pelaku terdiri dari tiga sub populasi yakni populasi laki-laki yang rentan menjadi pelaku KDRT *Susceptible vector* (S_v), populasi pelaku yang belum diberi hukuman pidana *Harasement Prepetitor* (H), populasi pelaku KDRT yang sudah diberi hukuman pidana *Criminal* (C). berikut adalah asumsi yang diterapkan dalam mengkonstruksi model matematika kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) terhadap perempuan di Indonesia dengan menggunakan solusi numerik metode

Runge-Kutta orde empat.

- Populasi bersifat tertutup.
- Perempuan yang menikah tergolong menjadi perempuan rentan.
- Perempuan rentan akan menjadi korban jika berinteraksi dengan populasi S_v, H, C .
- Perempuan korban akan menjadi sembuh jika mendapatkan penanganan yang tepat.
- Perempuan sembuh dapat kembali menjadi perempuan rentan.
- Laki-laki rentan adalah laki-laki yang sudah menikah dan berkelakuan buruk.
- Pelaku kekerasan terbagi menjadi dua, pelaku yang belum diberi hukuman dan pelaku yang sudah diberi hukuman.

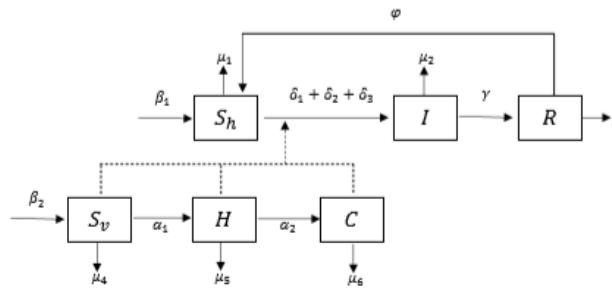
Tabel 1. Daftar Variabel dan Parameter

Variabel Parameter	Keterangan
$S_h(t)$	Individu yang berpotensi menjadi korban KDRT (<i>Susceptible host</i>)
$I(t)$	Individu yang menjadi korban KDRT (<i>Infected</i>)
$R(t)$	Individu KDRT yang sembuh secara fisik dan mental (<i>Recovered</i>)
$S_v(t)$	Individu yang berpotensi menjadi pelaku KDRT (<i>Susceptible vector</i>)
$H(t)$	Individu pelaku KDRT yang belum diberi hukuman pidana (<i>Harasement Prepetitor</i>)
$C(t)$	Individu pelaku KDRT yang diberi hukuman pidana (<i>Criminal</i>)
μ	Laju kematian alami
β_1	Laju perempuan yang menikah
β_2	Laju laki-laki yang menikah (berkelakuan buruk)
δ_1	Laju perempuan (S_h) menjadi perempuan (I) karena berinteraksi dengan pelaku (S_v)
δ_2	Laju perempuan (S_h) menjadi perempuan (I) karena berinteraksi dengan pelaku (H)
δ_3	Laju perempuan (S_h) menjadi perempuan (I) karena berinteraksi dengan pelaku (C)
γ	Laju perempuan (I) menjadi perempuan (R) karena adanya penanganan yang tepat
φ	Laju perempuan (R) menjadi perempuan (S_h)
α_1	Laju laki-laki (S_v) menjadi pelaku (H)
α_2	Laju pelaku (H) menjadi pelaku (C)

Tabel 2. Nilai Parameter dan Nilai Awal Variabel

Variabel/ Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
S_h	1488669	Pertahun	BPS Indonesia
I	12911	Pertahun	KPPA
R	5063	Pertahun	KPPA
S_v	182894	Pertahun	BPS Indonesia
H	7424	Pertahun	PolRI
C	5487	Pertahun	PolRI
μ	0,01497	Pertahun	BPS Indonesia
β_1	-0,07659	Pertahun	BPS Indonesia
β_2	0,12479	Pertahun	BPS Indonesia
δ_1	0,0817	Pertahun	KPPA
δ_2	0,00084	Pertahun	KPPA
δ_3	0,00028	Pertahun	KPPA
γ	0,45463	Pertahun	KPPA
φ	0,007	Pertahun	Asumsi
α_1	0,04604	Pertahun	KPPA
α_2	0,48863	Pertahun	KPPA

Diagram kompartemen model matematika kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) terhadap perempuan di Indonesia pada Gambar 1. berikut



Gambar 1. Diagram kompartemen model

Adapun model matematika kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) terhadap perempuan di Indonesia adalah:

$$\begin{aligned}\frac{dS_h}{dt} &= \beta_1 - \frac{\delta_1 S_h S_v}{N} - \frac{\delta_2 S_h H}{N} - \frac{\delta_3 S_h C}{N} + \varphi R - \mu_1 S_h \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\delta_1 S_h S_v}{N} + \frac{\delta_2 S_h H}{N} + \frac{\delta_3 S_h C}{N} - \gamma I - \mu_2 \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \varphi R - \mu_3 R \\ \frac{dS_v}{dt} &= \beta_2 - \alpha_1 S_v - \mu_4 S_v \\ \frac{dH}{dt} &= \alpha_1 S_v - \alpha_2 H - \mu_5 H \\ \frac{dC}{dt} &= \alpha_2 H - \mu_6 C\end{aligned}$$

3.2 Titik Kesetimbangan

Titik kesetimbangan $Q_0(S_{h0}, I_0, R_0, S_{v0}, H_0, C_0)$ pada persamaan sistem dapat diperoleh jika memenuhi $\frac{dS_h}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0, \frac{dS_v}{dt} = 0, \frac{dH}{dt} = 0, \frac{dC}{dt} = 0$ (Srinilangkung, 2022). Sehingga diperoleh titik kesetimbangan sistem sebagai berikut:

$$\begin{aligned}S_{h0} &= \frac{\beta_1}{A+\mu_1-B} \\ I_0 &= \frac{A\beta_1}{(A+\mu_1-B)(\gamma+\mu_2)} \\ R_0 &= \frac{\gamma A\beta_1}{(\varphi+\mu_3)(A+\mu_1-B)(\gamma+\mu_2)} \\ S_{v0} &= \frac{\beta_2}{\alpha_1+\mu_4} \\ H_0 &= \frac{\alpha_1\beta_2}{(\alpha_2+\mu_5)(\alpha_1+\mu_4)} \\ C_0 &= \frac{\alpha_1\alpha_2\beta_2}{\mu_6(\alpha_1+\mu_4)(\alpha_2+\mu_5)}\end{aligned}$$

Dengan:

$$\begin{aligned}A &= \frac{\beta_2 k}{N(\alpha_1+\mu_4)} \\ B &= \frac{\varphi\gamma\beta_2 k}{N(\varphi+\mu_3)(\alpha_1+\mu_4)(\gamma+\mu_2)}\end{aligned}$$

Jika disubstitusikan nilai masing-masing parameter didapat:

$$S_{h0} = \frac{\beta_1}{A+\mu_1-B} = 5107$$

$$\begin{aligned}I_0 &= \frac{A\beta_1}{(A+\mu_1-B)(\gamma+\mu_2)} = 0,37 \\ R_0 &= \frac{\gamma A\beta_1}{(\varphi+\mu_3)(A+\mu_1-B)(\gamma+\mu_2)} = 11,34 \\ S_{v0} &= \frac{\beta_2}{\alpha_1+\mu_4} = 2,044 \\ H_0 &= \frac{\alpha_1\beta_2}{(\alpha_2+\mu_5)(\alpha_1+\mu_4)} = 0,186 \\ C_0 &= \frac{\alpha_1\beta_2}{(\alpha_2+\mu_5)(\alpha_1+\mu_4)} = 6,15\end{aligned}$$

Titik kesetimbangan tersebut menjelaskan bahwa kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) terhadap perempuan di Indonesia terjadi seiring berjalan waktu selama populasi perempuan menikah ada dan populasi laki-laki menikah ada, berdasarkan nilai titik kesetimbangan pada populasi korban ($S_{h0} > 0, I_0 > 0, R_0 > 0$) dan nilai titik kesetimbangan pada populasi pelaku ($S_{v0} > 0, H_0 > 0, C_0 > 0$).

3.3 Kestabilan Titik Kesetimbangan

Analisis kestabilan titik kesetimbangan model diperoleh berdasarkan nilai eigen dari matriks Jacobian sebagai berikut (Subiono, 2010):

$$J = \begin{bmatrix} -b_1 - \mu_1 & 0 & \varphi & -\delta_1 S_h & -\delta_2 S_h & -\delta_3 S_h \\ b_1 & b_2 & 0 & \delta_1 S_h & \delta_2 S_h & \delta_3 S_h \\ 0 & \gamma & b_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_1 & b_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_2 & -\mu_6 \end{bmatrix}$$

Dengan:

$$\begin{aligned}b_1 &= \frac{\delta_1 S_v + \delta_2 H + \delta_3 C}{N} \\ b_2 &= -(\gamma + \mu_2) \\ b_3 &= -(\varphi + \mu_3) \\ b_4 &= -(\alpha_1 + \mu_4) \\ b_5 &= -(\alpha_2 + \mu_5)\end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan titik kesetimbangan (Q_0) model matematika kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) terhadap perempuan di Indonesia terhadap matriks Jacobian diperoleh matriks $J(Q_0)$ sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} -b_1 - \mu_1 & 0 & \varphi & -\delta_1 S_{h0} & -\delta_2 S_{h0} & -\delta_3 S_{h0} \\ b_1 & b_2 & 0 & \delta_1 S_{h0} & \delta_2 S_{h0} & \delta_3 S_{h0} \\ 0 & \gamma & b_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_1 & b_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_2 & -\mu_6 \end{bmatrix}$$

Dengan $b_1 = \frac{\delta_1 S_{v0} + \delta_2 H_0 + \delta_3 C_0}{N}$, Selanjutnya akan dihitung nilai eigen matriks $J(Q_0)$ $\det[\lambda I - J(Q_0)] = 0$

$$\det \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} -b_1 - \mu_1 & 0 & \varphi & -\delta_1 S_{h0} & -\delta_2 S_{h0} & -\delta_3 S_{h0} \\ b_1 & b_2 & 0 & \delta_1 S_{h0} & \delta_2 S_{h0} & \delta_3 S_{h0} \\ 0 & \gamma & b_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_1 & b_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_2 & -\mu_6 \end{pmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} \lambda + a & 0 & -\varphi & \delta_1 S_{h0} & \delta_2 S_{h0} & \delta_3 S_{h0} \\ -b_1 & \lambda - b_2 & 0 & -\delta_1 S_{h0} & -\delta_2 S_{h0} & -\delta_3 S_{h0} \\ 0 & -\gamma & \lambda - b_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda - b_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\alpha_1 & \lambda - b_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\alpha_2 & \lambda + \mu_6 \end{vmatrix} = 0$$

Dengan $a = b_1 + \mu_1$, dan menggunakan metode kofaktor untuk perhitungan determinan matriks sehingga diperoleh:

$$((\lambda + a)(\lambda + b_2)(\lambda + b_3)(\lambda + b_4)(\lambda + b_5)(\lambda + \mu_6)) + ((-\varphi)(-\gamma)(-b_1)(\lambda + b_4)(\lambda + b_5)(\lambda + \mu_6)) = 0$$

$$(\lambda + b_4)(\lambda + b_5)(\lambda + \mu_6)((\lambda + b_1 + \mu_1)(\lambda + b_2)(\lambda + b_3) - \gamma\varphi b_1) = 0 \quad (3.1)$$

Untuk tiga suku pertama pada persamaan 3.1 didapat tiga nilai eigen berikut:

$$\lambda_1 = -b_4 = -\alpha_1 - \mu_4, \lambda_2 = -b_5 = -\alpha_2 - \mu_5, \lambda_3 = -\mu_6$$

Sedangkan untuk nilai eigen yang lain merupakan akar polinomial menggunakan metode Routh-Hurwitz untuk menganalisis kestabilan sistem, sehingga diperoleh

$$((\lambda + a)(\lambda + b_2)(\lambda + b_3) - \gamma\varphi b_1) = 0$$

$$\lambda^3 + \lambda^2(a + b_2 + b_3) + \lambda(ab_2 + ab_3 + b_2b_3) + ab_2b_3 - \gamma\varphi b_1 = 0 \quad (3.2)$$

Dengan menggunakan metode Routh-Hurwitz diperoleh

Tabel 3. Tabel Routh-Hurwitz Titik Kesetimbangan Model KDRT

λ^3	1
λ^2	$(a + b_2 + b_3)$
λ^1	$c_1 = \frac{k+2((b_1b_2\mu_1)+(b_1b_3\mu_1)+(b_2b_3\mu_1))}{a+b_2+b_3} + \frac{2a_1\gamma\mu_3+2a_1\varphi\mu_2+2a_1\mu_2\mu_3+\gamma\varphi a_1}{a+b_2+b_3}$
λ^0	$d_1 = b_1(\gamma\mu_3 + \varphi\mu_2 + \mu_2\mu_3)$

Apabila nilai parameter disubstitusikan pada kolom kedua Tabel 3. diperoleh semua elemen positif sehingga semua nilai eigen memiliki nilai real negatif (Hasnawati, dkk. 2017). Berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz dapat dinyatakan bahwa sistem berada dalam kondisi stabil asimtotik lokal, yaitu setelah mengalami gangguan kecil dari kondisi kesetimbangannya sistem secara bertahap akan kembali menuju keadaan semula seiring berjalan waktu. Artinya, apabila terjadi peningkatan jumlah korban, pelaku, atau individu lainnya pada model sistem akan menyesuaikan dan kembali ke kondisi kesetimbangannya tanpa menyebabkan lonjakan kasus yang berkelanjutan.

Gangguan kecil dapat didefinisikan sebagai perubahan jumlah individu yang masih berada dalam batas lingkungan kestabilan misalnya pergeseran jumlah korban atau pelaku kurang dari $\pm 5-10\%$ dari nilai kesetimbangannya. Dalam kondisi ini, sistem masih dapat menyesuaikan diri dan kembali menuju titik kesetimbangan semula. Sebaliknya, gangguan besar terjadi apabila perubahan jumlah individu jauh melampaui batas tersebut misalnya peningkatan lebih dari 20% dari nilai kesetimbangan atau lonjakan kasus yang signifikan dalam waktu singkat. Pada situasi ini, sistem berpotensi keluar dari kestabilan lokal sehingga mengalami perubahan dinamika yang substansial dan tidak dapat kembali ke kondisi awal tanpa adanya intervensi atau penanganan lebih lanjut (back, dkk. 2004).

3.4 Simulasi Numerik

Pada bagian ini, disimulasikan model matematika kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) S_hIRS_vHC dengan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat, dengan formulasi (Chapra & Raymond, 2010):

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)h$$

dengan

$$k_1 = f(x_i, y_i)$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1h\right)$$

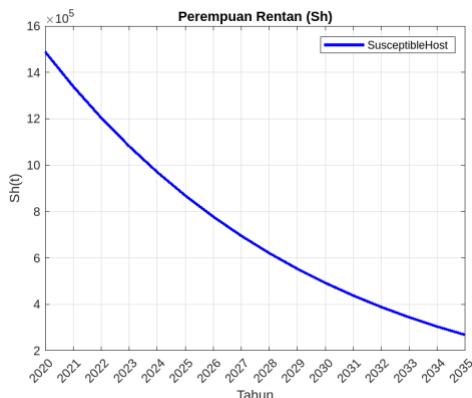
$$k_3 = f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2h\right)$$

$$k_4 = f(x_i + h, y_i + k_3h)$$

$$h = \frac{t_f - t_0}{n}$$

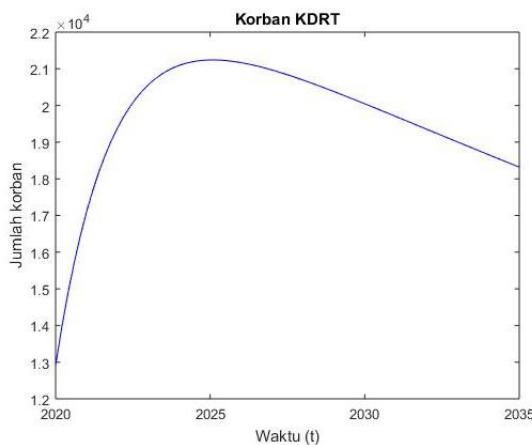
Dengan menggunakan nilai parameter dan nilai awal variabel pada Tabel 2. diperoleh hasil

simulasi yang ditunjukkan pada gambar berikut dengan menggunakan ukuran langkah 1 dan interval waktu 0 hingga 15 tahun



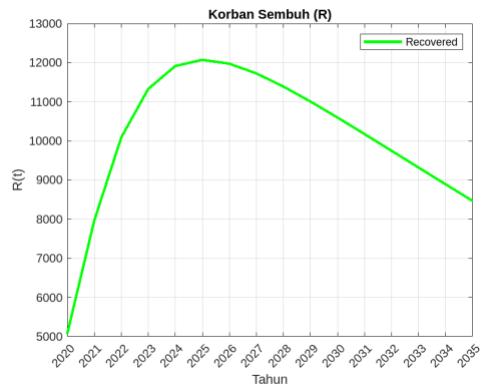
Gambar 2. Grafik Individu *Susceptible Host*

Pada gambar 2. ditunjukkan bahwa populasi perempuan rentan mengalami penurunan di setiap tahunnya, sebab menurunnya angka pernikahan di Indonesia.



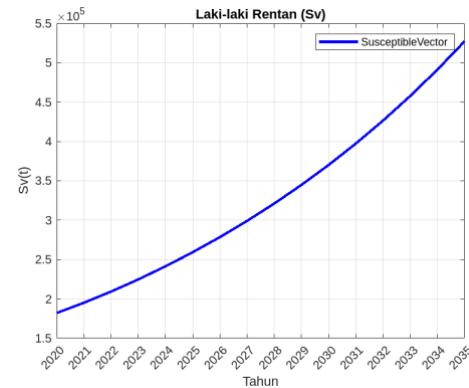
Gambar 3. Grafik Populasi *Infected*

Pada gambar 3. ditunjukkan bahwa laju populasi I mengalami peningkatan pada tahun 2020 - 2025. Namun pada tahun berikutnya (tahun 2026) menunjukkan tren penurunan yang konsisten hingga pada tahun 2035 menjadi 18318. Penurunan ini mengindikasikan upaya penanganan dan pencegahan KDRT yang dilakukan mulai memberikan dampak positif dan dikarenakan jumlah perempuan rentan mengalami penurunan.



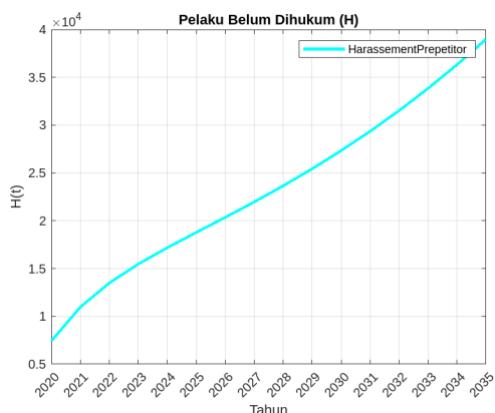
Gambar 4. Grafik populasi *Recovered*

Pada gambar 4. ditunjukkan bahwa laju pertumbuhan populasi R mengalami peningkatan dari tahun 2020 hingga tahun 2025. Hal ini menunjukkan upaya rehabilitasi dan penanganan korban KDRT berjalan secara efektif dalam fase awal hingga pertengahan periode. Namun untuk tahun berikutnya (tahun 2026) hingga tahun 2035 jumlah populasi menurun.



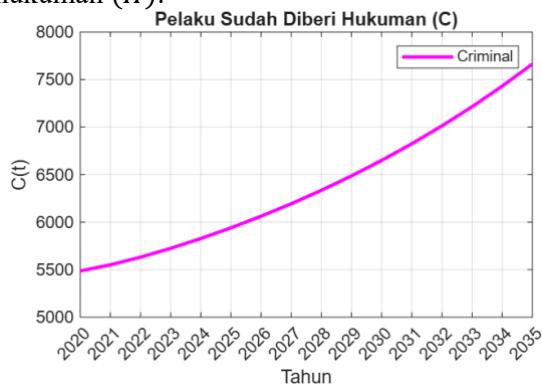
Gambar 5. Grafik Populasi *Susceptible Vector*

Pada Gambar 5. Ditunjukkan bahwa laju pertumbuhan populasi S_v mengalami peningkatan disetiap waktunya secara konsisten dan signifikan. Hal tersebut disebabkan meningkatnya jumlah laki-laki yang berkelakuan buruk (seperti mabuk, pejudi, narkoba dll).



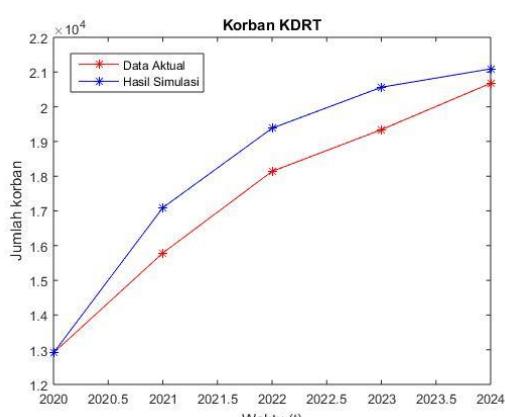
Gambar 6. Grafik Populasi *Harasement Prepetitor*

Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan populasi (H) mengalami peningkatan di setiap waktunya, disebabkan laki-laki yang rentan menjadi pelaku KDRT (S_v) berubah menjadi pelaku yang belum diberi hukuman (H).



Gambar 7. Grafik Populasi Kriminal

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan populasi C mengalami peningkatan secara perlahan disebabkan pelaku kekerasan dalam rumah tangga (KDRT) yang belum diberi hukuman (H) berubah menjadi pelaku yang sudah diberi hukuman (C).



Gambar 7. Grafik Perbandingan Populasi *Infected* Data Aktual dan Hasil Simulasi

Gambar 7. Merupakan grafik data aktual dan grafik hasil simulasi model matematika korban KDRT menggunakan metode Runge kutta orde empat yang menunjukkan tren yang sama, yaitu peningkatan jumlah korban KDRT dari tahun 2020 hingga 2024. Selisih antara kedua grafik relatif kecil dan stabil setiap tahun dengan rata rata galat relatif 0,0469.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis model matematika KDRT terhadap perempuan di Indonesia menunjukkan adanya titik kesetimbangan KDRT $Q_0(S_{h0}, I_0, R_0, S_{v0}, H_0, C_0)$ dan sistem bersifat stabil asimtotik lokal yang ditentukan melalui nilai eigen dari matriks Jacobian. Simulasi numerik menggunakan metode Runge-Kutta orde empat mampu merepresentasikan dinamika KDRT dengan baik. Populasi korban (I) meningkat pada awal periode penelitian, kemudian menurun signifikan pada tahun berikutnya, sedangkan populasi pelaku (H dan C) terus mengalami peningkatan. Hasil validasi dengan data aktual tahun 2020–2024 menunjukkan galat relatif 0,0469 pada populasi korban KDRT, sehingga model ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chapra, S. C., & Raymond, P. C. (2010). Numerical Methods for Engineers (Sixth edition). Mc Graw-Hill Higher Education.
- Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (Kemen PPPA). (2024). *Data kasus kekerasan terhadap perempuan dan anak tahun 2024*. Jakarta: Kemen PPPA.
- Hasnawati, H., Ratianingsih, R., & Puspita, J. (2017). Analisis Kestabilan Model Matematika Pada Penyebaran Kanker Serviks Menggunakan Kriteria Routh-Hurwitz. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, Vol. 14 No. 1, 120–127.
- Hurit, R.U., Kung, A.S., & Towe, M.M. (2024). Model SIR (*Susceptible – Infected – Recovered*) pada Kasus Kecanduan Game Online. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 6 No. 1, (19 – 23).
- Hurit, R.U. & Mungkasi, S. (2021). The Euler, Heun, and Fourth Order Runge-Kutta Solutions to SEIR Model for the Spread of

- Meningitis Disease. MATHLINE: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika. Vol 6 No. 2, 140 - 153
- Lewis-Beck, M. S., Bryman, A., & Liao, T. F. (2004). *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods*. CA: SAGE Publications.
- Santoso, A. B. (2019). Kekerasan Dalam Rumah Tangga (KDRT) Terhadap Perempuan: Perspektif Pekerjaan Sosial. KOMUNITAS, 10(1), 39–57.
- Sarah, A., & Andriasari, D. (2023). Studi Kasus KDRT di Polrestabes Bandung Ditinjau dari Aspek Hukum Pidana dan Kriminologi. Jurnal Riset Ilmu Hukum, 55–56.
- Setiawan, N. H. (2024). Pemahaman Dan Faktor – Faktor Penyebab Kekerasan Dalam Rumah Tangga: Tinjauan Literatur. Jurnal Dialektika Hukum, 6(2).
- Setyowati, T., & Widyastuti, R. (2019). Kekerasan dalam rumah tangga dan implikasinya terhadap kesehatan mental perempuan. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 10(1), 45–56.
- Srinilangkung, D. A. (2022). Pemodelan matematika pelaku pelecehan seksual dengan hukum tindak pidana. *Skripsi*. Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Subiono. (2010), Matematika Sistem. Jurusan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.