

# plagiat 6663-Article Text-48386- 1-18-20250901.doc

*by Craig Ingle*

---

**Submission date:** 01-Sep-2025 10:56PM (UTC-0500)

**Submission ID:** 2739876272

**File name:** plagiarism\_6663-Article\_Text-48386-1-18-20250901.doc (3.21M)

**Word count:** 2483

**Character count:** 16187

# ANALISIS MODEL SLEIQR PADA PENYEBARAN PENYAKIT COVID-19

Agnes Marzalina Nuhan<sup>1</sup>, Roberta Uron Hurit<sup>2\*</sup>, Irwanus P. Muaraya<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Matematika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka, NTT, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>linanuhan@gmail.com, <sup>2</sup>uronhuri@gmail.com, <sup>3</sup>Email Penulis Korespondensi: uronhuri@gmail.com

**Abstrak**– Tujuan penelitian ini adalah menyelesaikan model matematika SLEIQR terkait penyebaran COVID-19 dengan memanfaatkan metode numerik Euler dan Heun. Model SLEIQR dirumuskan dalam bentuk sistem persamaan diferensial nonlinier yang membagi populasi ke dalam enam kompartemen: Rentan (S), Penutupan (L), Terpapar (E), Terinfeksi (I), Karantina (Q), dan Sembuh (R). Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dengan pendekatan numerik, di mana simulasi dilaksanakan menggunakan MATLAB pada dua skenario yang berbeda. Hasil dari simulasi mengindikasikan bahwa penerapan penutupan dan karantina dapat mengurangi laju peningkatan jumlah orang yang terinfeksi. Kedua metode memberikan hasil yang serupa dalam perilaku solusi, namun metode Heun menunjukkan tingkat keakuratan yang lebih realistik. Dengan demikian, metode Heun lebih dianjurkan untuk digunakan dalam mensimulasikan model penyebaran penyakit menular yang kompleks seperti COVID-19.

**Kata Kunci:** : Transmisi covid-19, model *SLEIQR*, metode Euler dan metode Heun

**Abstract**– The objective of this research is to address the SLEIQR mathematical model associated with the transmission of COVID-19 by employing the Euler and Heun numerical techniques. The SLEIQR model is structured as a set of nonlinear differential equations that categorizes the population into six compartments: Susceptible (S), Closed (L), Exposed (E), Infected (I), Quarantined (Q), and Recovered (R). The approach adopted in this research is a literature review combined with a numerical method, wherein simulations are conducted using MATLAB under two different scenarios. The findings from the simulations suggest that the application of closure and quarantine measures can diminish the rate of increase in the number of infected individuals. Both methods yield comparable results in terms of solution behavior; however, the Heun method demonstrates a higher degree of accuracy. Therefore, the Heun method is recommended for use in simulating intricate infectious disease transmission models such as COVID-19.

**Keywords:** The spread of COVID-19, the SLEIQR model, the Euler method, and the Heun method

## 1. PENDAHULUAN

COVID-19 adalah infeksi yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2 yang mengganggu sistem pernapasan. Penyakit ini menyebar dengan sangat cepat dan memberikan dampak besar di seluruh dunia sejak pertama kali muncul di Wuhan, China pada akhir tahun 2019. Di Indonesia, jumlah kasus COVID-19 telah mencapai jutaan dengan tingkat kematian yang cukup tinggi, sehingga diperlukan tindakan kebijakan yang efektif untuk mengendalikan penyebarannya (Ruslin dkk., 2020; WHO, 2023).

Salah satu cara yang diterapkan untuk mencegah penyebaran adalah dengan melakukan lockdown, yaitu membatasi aktivitas masyarakat melalui penutupan akses masuk dan keluar suatu daerah serta menghentikan semua kegiatan publik (Zahra dkk., 2024). Di samping itu, karantina diterapkan kepada orang-orang yang positif terinfeksi untuk mencegah penularan yang lebih luas (Jamil dan Sultan, 2022). Kebijakan yang diambil ini terbukti memberikan pengaruh yang besar dalam mengontrol penyebaran penyakit menular.

Analisis penyebaran virus dapat dilakukan menggunakan model matematis. Model epidemiologis memberikan penjelasan umum tentang cara penyebaran penyakit dengan membagi populasi menjadi beberapa bagian (Ulfa, 2013). Berbagai riset sebelumnya telah menerapkan model epidemi untuk mempelajari COVID-19. Contohnya, Manaqib et al. (2021) mengembangkan model SEIR yang mencakup lockdown dan karantina, dan menemukan bahwa kebijakan ini mampu menurunkan jumlah kasus aktif.

Beberapa riset juga dilakukan perbandingan antara teknik numerik dalam menyelesaikan model epidemiologi. Hurit dan Resi (2022) menggunakan metode Euler dan Heun pada model penyebaran HIV/AIDS dan menemukan bahwa teknik Heun lebih tepat. Pratiwi dan Mungkasi (2021) menunjukkan hasil yang sama pada penyebaran COVID-19, di mana metode Heun memiliki kesalahan yang lebih rendah dibandingkan dengan Euler. Riset lain oleh Hurit dkk. (2024) juga mendukung penemuan bahwa metode numerik yang lebih canggih dapat menghasilkan hasil yang lebih konsisten.

Namun, penelitian yang menganalisis model SLEIQR dengan memperhitungkan dampak lockdown dan karantina secara bersamaan masih jarang. Oleh sebab itu, studi ini merancang model matematis SLEIQR yang mencakup enam bagian dalam populasi: Rentan (S), Lockdown (L), Terpapar (E), Terinfeksi (I), Karantina (Q), dan Sembuh (R).

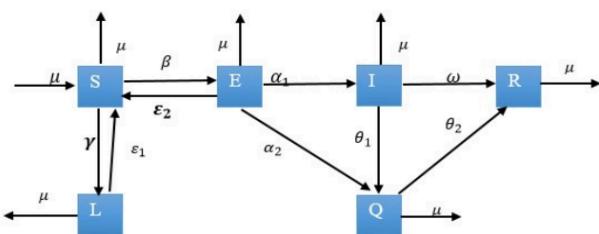
Ada 2 tujuan dalam penelitian ini yaitu: menyelesaikan model SLEIQR dalam penyebaran COVID-19 dengan menggunakan pendekatan numerik Euler dan Heun dan membandingkan grafik solusi dari kedua metode tersebut guna menilai seberapa efektif lockdown dan karantina dalam mengurangi laju penularan penyakit.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah metode kajian yakni kajian analitik dengan melakukan pendekatan numerik. Fokus penelitian adalah penyelesaian numerik SLEIQR serta prosedur pembuatan model melalui langkah-langkah Pemodelan Matematika yakni:

1. Identifikasi masalah terkait penyebaran COVID-19 dan intervensi berupa lockdown serta karantina.
2. Seleksi faktor-faktor signifikan yang memengaruhi penyebaran penyakit berdasarkan literatur.
3. Formulasikan model SLEIQR dalam bentuk sistem persamaan diferensial nonlinier, mengacu pada penelitian Manaqib dkk. (2021).
4. Penentuan parameter dan kondisi awal berdasarkan data literatur dan asumsi epidemiologi.
5. Penyelesaian model numerik menggunakan metode Euler dan Heun.
6. Simulasi dengan MATLAB untuk memvisualisasikan dinamika populasi pada dua skenario.
7. Analisis hasil simulasi untuk menilai efektivitas lockdown dan karantina.

Skema penyebaran penyakit covid-19 dalam suatu populasi disajikan dalam skema sebagai berikut:



Gambar 1. Skema model matematika SLEIQR penyakit covid-19 dengan pengaruh Lockdown dan Karantina

Pada skema di atas menunjukkan transmisi penyebaran Covid 19 dengan 6 subpopulasi yakni: rentan (S), Lockdown (L), tertular (E), terinfeksi (I), Karantina (Q), dan sembuh (R). Setiap perubahan jumlah populasi dipengaruhi oleh parameter-parameternya. Pada keadaan awal setiap individu yang lahir akan masuk pada populasi rentan, dimana individu yang rentan akan bertransisi pada populasi Lockdown dan populasi tertular sehingga menambah jumlah pada kedua populasi tersebut dan mengurangi jumlah pada populasi rentan. Selanjutnya individu yang tertular akan bertransisi pada populasi terinfeksi dan karentina sehingga menambah jumlah pada kedua populasi tersebut dan mengurangi jumlah pada populasi terparap. Dan pada individu yang terinfeksi dan karentina yang sudah sembuh akan berpindah pada populasi sembuh sehingga menambah jumlah pada populasi sembuh dan mengurangi jumlah pada populasi terinfeksi dan karentina. Namun begitu individu yang tertular dan yang sedang melakukan Lockdown dapat kembali pada populasi rentan sehingga menambah jumlah pada populasi rentan dan mengurangi jumlah kedua populasi tersebut. Dengan kondisi dimana setiap populasi mengalami kematian alamiah yang menyebabkan berkurangnya jumlah setiap populasi.

Berdasarkan skema model penyakit Covid-19 dengan pengaruh Lockdown dan Karantina

$$\begin{aligned}
 \frac{ds}{dt} &= \mu + \varepsilon_2 E + \varepsilon_1 L - \beta S I - \gamma S - \mu S \\
 \frac{dL}{dt} &= \gamma S - (\varepsilon_1 + \mu) L \\
 \frac{dE}{dt} &= \beta S I - (\varepsilon_2 + \alpha_2 + \alpha_1 + \mu) E \\
 \frac{dl}{dt} &= \alpha_1 E - (\theta_1 + \omega + \mu) l \\
 \frac{dQ}{dt} &= \alpha_2 I + \theta_1 I - (\theta_2 + \mu) Q \\
 \frac{dR}{dt} &= \omega I + \theta_2 Q - \mu R
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Daftar variabel model penyebaran penyakit Covid-19

Variabel	Definisi
$S(t)$	populasi rentan
$L(t)$	populasi Lockdown
$E(t)$	populasi exposed/tertular
$I(t)$	populasi terinfeksi
$Q(t)$	populasi karantina
$R(t)$	populasi recovered/sembuh

Tabel 2. Parameter-parameter dalam Transmisi Covid-19

No	Parameter	Definisi
1	$\mu$	Kelahiran/ kematian alami
2	$\varepsilon_1$	Perpindahan populasi Lockdown menjadi rentan
3	$\alpha_2$	individu yang terpapar dikarantina
4	$\theta_1$	individu yang terinfeksi dikarantina
5	$\beta$	Perpindahan individu rentan menjadi individu exposed
6	$\omega$	Individu yang terinfeksi menjadi sembuh
7	$\theta_2$	Individu yang dikarantina menjadi sembuh
8	$\alpha_1$	Individu terpapar menjadi individu terinfeksi
9	$\varepsilon_2$	Individu terpapar menjadi individu rentan
10	$\gamma$	Individu rentan menjadi individu Lockdown

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan 2 tahap yakni simulasi numerik menggunakan MATLAB dan analis Grafik solusi penyelesaian dari Model matematika tersebut. Dalam simulasi akan membutuhkan nilai awal dan parameter. Nilai Awal dan parameter dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini. Nilai pada tabel 3 dipilih berdasarkan asumsi yang dibuat dan dipertimbangkan kerealistisan dari model yang dibuat. Pada bagian pertama digunakan 2 Simulasi model SLEIQR menggunakan metode Euler dan pada bagian kedua digunakan 2 simulasi model SLEIQR menggunakan metode Heun.

Tabel 3. Nilai awal dan nilai parameter pada penyebaran penyakit Covid-19

Parameter dan nilai awal	Simulasi	
Variabel	Simulasi I	Simulasi II
$S$	0.4	0.4
$L$	0.1	0.1
$E$	0.2	0.6
$I$	0.3	0.3
$Q$	0.7	0.4
$R$	0	0.1
$\mu$	0.000215	0.000215
$\varepsilon_1$	0.001	0.001
$\alpha_2$	0.0382	0.0382
$\theta_1$	1.00313	1.00313

$\beta$	0.203	0.203
$\omega$	0.80	0.80
$\theta_2$	0.00012	0.00012
$\alpha_1$	0.0071	0.0071
$\varepsilon_2$	0.0202	0.0202
$\gamma$	0.300	0.300

### 1. Penyelesaian model SLEIQR pada penyakit Covid-19 Menggunakan Metode Euler.

Dikritisasi numerik Model *SLEIQR* berdasarkan metode Euler

$$S_{n+1} = S_n + \Delta t [\mu + \varepsilon_2 E_n + \varepsilon_1 L_n - \beta S_n I_n - \gamma S_n - \mu S_n]$$

$$L_{n+1} = L_n + \Delta t [\gamma S_n - (\varepsilon_1 + \mu) L_n]$$

$$E_{n+1} = E_n + \Delta t [\beta S_n I_n - (\varepsilon_2 + \alpha_2 + \alpha_1 + \mu) E_n]$$

$$I_{n+1} = I_n + \Delta t [\alpha_1 E_n - (\theta_1 + \omega + \mu) I_n]$$

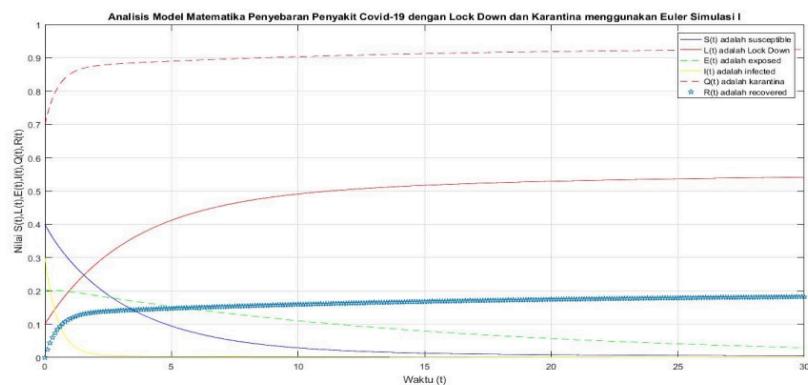
$$Q_{n+1} = Q_n + \Delta t [\alpha_2 I_n + \theta_1 I_n - (\theta_2 + \mu) Q_n]$$

$$R_{n+1} = R_n + \Delta t [\omega I_n + \theta_2 Q_n - \mu R_n]$$

[17]

Hasil simulasi dapat dilihat pada grafik di bawah ini. Grafik diperoleh dari hasil Dikritisasi Metode Euler dengan mensubstitusikan nilai awal pada tabel 3 di atas. Berikut disajikan Grafiknya:

#### Simulasi I



[3] Gambar 2 Grafik penyelesaian solusi penyebaran penyakit covid-19 model *SLEIQR* menggunakan metode Euler (simulasi 1)

[4]

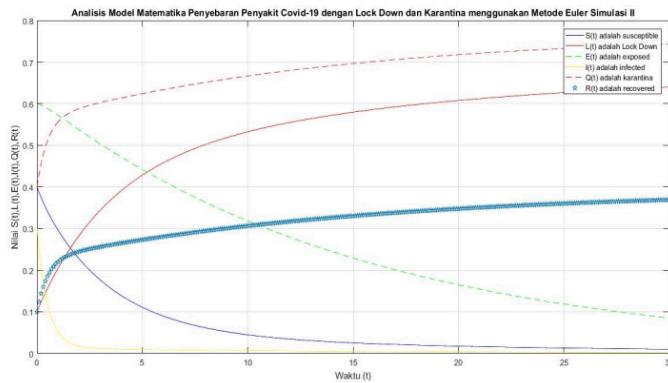
Gambar 2 di atas menampilkan hasil simulasi I model matematika penyebaran penyakit Covid-19 yang mempertimbangkan pengaruh kebijakan *lockdown* dan karantina, dan diselesaikan menggunakan metode Euler. Seperti yang terlihat pada gambar bahwa pada awal simulasi, jumlah individu rentan (S) mengalami penurunan seiring berjalannya waktu, menandakan bahwa sebagian besar populasi telah terpapar atau berpindah ke populasi lain. Populasi dalam status *lockdown* (L) meningkat seiring berjalannya waktu, Hal ini menggambarkan bahwa kebijakan *lockdown* diterapkan secara cepat sebagai respons awal terhadap penyebaran Covid-19, dengan tujuan untuk membatasi mobilitas dan interaksi individu yang rentan agar tidak terpapar virus. Sementara itu, jumlah individu yang *exposed* (E) atau terpapar mengalami pemerluruhan secara perlahan karena kebijakan lokdown dan juga karena berinteraksi dengan individu yang terinfeksi sehingga menyebabkan individu terpapar berpindah pada individu infeksi. Jumlah orang yang *infected* (I) menurun seiring berjalananya waktu, ini menunjukkan respon yang cepat

terhadap individu yang terinfeksi. Di sisi lain, jumlah individu yang dikarantina (Q) menunjukkan peningkatan yang sangat tajam dan mendominasi populasi hingga mencapai 0,9, memperlihatkan bahwa karantina menjadi intervensi paling dominan dalam upaya mencegah penyebaran virus. Populasi yang *recovered* (R) atau sembuh mengalami peningkatan perlahan dan stabil.

Secara keseluruhan, model ini menggambarkan bahwa meskipun karantina mampu menahan penyebaran ke sebagian besar populasi, tingkat infeksi tetap tinggi karena lockdown tidak cukup efektif atau tidak berlangsung lama. Jumlah yang sembuh pun tidak sebanding dengan jumlah yang terinfeksi. Model ini cukup informatif dalam menunjukkan dinamika penyebaran penyakit dan dampak intervensi, meskipun belum mempertimbangkan faktor seperti angka kematian atau vaksinasi yang bisa memengaruhi hasil simulasi. Untuk pengembangan selanjutnya, model dapat diperluas dengan menambahkan kompartemen kematian, reinfeksi, atau dampak vaksin guna menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan realistik. Semua populasi akan mendekati titik keseimbangan seiring berjalannya waktu.

Selanjutnya dilakukan simulasi II untuk melihat prilaku grafiknya. Pada simulasi ini ada tiga nilai awal yang diubah yaitu pada populasi E di naikkan menjadi 0,6, populasi Q diturunkan menjadi 0,4 dan populasi R diturunkan menjadi 0,1. Berikut gambar hasil grafik pada simulasi 2:

## Simulasi II



Gambar 3. Grafik penyelesaian solusi transmisi covid-19 menggunakan metode Euler (simulasi II)

Dari gambar 3 di atas terlihat bahwa ketika ketiga nilai tersebut diubah maka perilaku grafiknya juga mengalami perubahan. Pada populasi S mengalami penurunan seiring berjalan waktu, bisa dilihat bahwa populasi akan berkurang karena adanya interaksi antara populasi lockdown dan juga populasi sembuh. Pada populasi lockdown mengalami perubahan peningkatan hingga pada waktu  $t = 20$  meningkat hingga 0,6 sedangkan pada simulasi I tidak mencapai 0,6 ini menunjukkan adanya pengaruh dari perubahan ketiga populasi tersebut terhadap lockdown. Pada populasi ekspos mengalami penurunan seiring berjalannya waktu. Ini menunjukkan bahwa ketika individu sudah terpapar penyakit covid-19 langsung diambil tindakan tegas untuk dikarantina sehingga tidak menular pada individu lain. Pada populasi infeksi akan menurun seiring berjalan waktu ini dikarenakan dilakukan lockdown atau pembatasan wilayah sehingga tidak menularkan penyakit pada orang lain. Populasi karantina selalu meningkat seiring berjalannya waktu karena adanya kesadaran untuk mencegah penularan penyakit covid-19. Pada populasi sembuh akan meningkat seiring berjalan waktu, ini menunjukkan bahwa kebijakan untuk melakukan karantina sangat ampuh untuk megurangi penyebaran penyakit covid-19.

## 2. Penyelesaian model SLEIQR pada penyakit Covid-19 Menggunakan Metode Heun.

Metode Heun memiliki 2 jenis persamaan yakni predictor-corrector:

*Predictor:*

$$\begin{aligned}\tilde{S}_{n+1} &= S_n + h(\mu - \varepsilon_2 E_n + \varepsilon_1 L_n - \beta S_n I_n - \gamma S_n - \mu S_n) \\ \tilde{L}_{n+1} &= L_n + h(\gamma S_n - \varepsilon_1 L_n + \mu L_n)\end{aligned}$$

This is an open access article under the CC-BY-SA license  
Terakreditasi SINTA 5 SK :72/E/KPT/2024

First Author, Copyright © 2019, JUMIN, Page 178

Submitted: dd/mm/yyyy; Accepted: dd/mm/yyyy; Published: dd/mm/yyyy

$$\begin{aligned}\bar{E}_{n+1} &= E_n + h(\beta S_n I_n - \varepsilon_2 E_n - \alpha_2 E_n - \mu E_n) \\ \bar{I}_{n+1} &= I_n + h(\alpha_1 E_n - \theta_1 I_n - \omega I_n + \mu I_n) \\ \bar{Q}_{n+1} &= Q_n + h(\alpha_2 I_n + \theta_1 I_n - \theta_2 Q_n + \mu Q_n) \\ \bar{R}_{n+1} &= R_n + h(\omega I_n + \theta_2 Q_n - \mu R_n)\end{aligned}$$

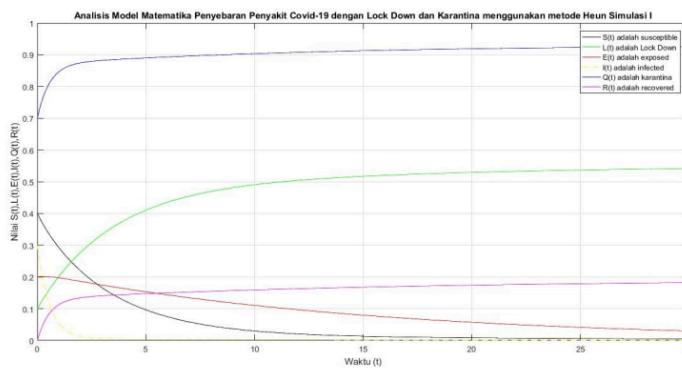
*Corrector:*

$$\begin{aligned}S_{n+1} &= S_n + \frac{h}{2} (\mu - \varepsilon_2 E_n + \varepsilon_1 L_n - \beta S_n I_n - \gamma S_n - \mu S_n) + (\mu - \varepsilon_2 E_{n+1} + \varepsilon_1 L_{n+1} \\ &\quad - \beta S_{n+1} I_{n+1} - \gamma S_{n+1} - \mu S_{n+1}) \\ L_{n+1} &= L_n + \frac{h}{2} (\gamma S_n - \varepsilon_1 L_n + \mu L_n) + (\gamma S_{n+1} - \varepsilon_1 L_{n+1} + \mu L_{n+1}) \\ E_{n+1} &= E_n + \frac{h}{2} (\beta S_n I_n - \varepsilon_2 E_n - \alpha_2 E_n - \mu E_n) + (\beta S_{n+1} I_{n+1} - \varepsilon_2 E_{n+1} - \alpha_2 E_{n+1} - \mu E_{n+1}) \\ I_{n+1} &= I_n + \frac{h}{2} (\alpha_1 E_n - \theta_1 I_n - \omega I_n + \mu I_n) + (\alpha_1 E_{n+1} I_{n+1} - \theta_1 I_{n+1} - \omega I_{n+1} + \mu I_{n+1}) \\ Q_{n+1} &= Q_n + \frac{h}{2} (\alpha_2 I_n + \theta_1 I_n - \theta_2 Q_n + \mu Q_n) + (\alpha_2 I_{n+1} + \theta_1 I_{n+1} - \theta_2 Q_{n+1} + \mu Q_{n+1})\end{aligned}$$

Berdasarkan model pada persamaan Heun akan disimulasikan [model pada](#) penyakit Covid-19 menggunakan [data awal](#) pada tabel 3.

#### Simulasi I

Dengan menggunakan program MATLAB untuk simulasi I diperoleh grafik penyelesaian solusi seperti gambar 4 dibawah ini:

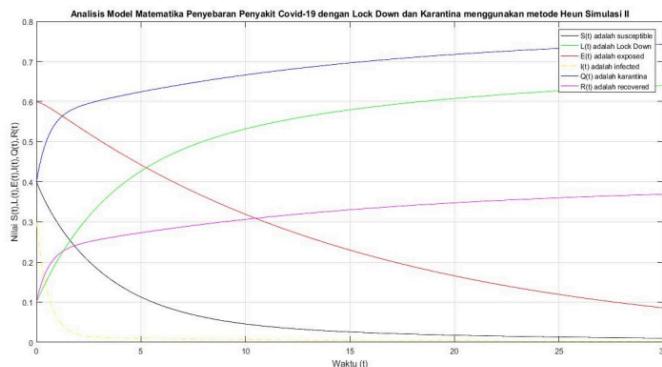


Gambar 4. Grafik solusi penyebaran penyakit covid-19 menggunakan metode Heun (simulasi I)

Dari [gambar 4](#), terlihat bahwa pada awalnya sebagian besar populasi berada dalam kondisi rentan (S) dan *lockdown* (L). Seiring waktu, individu yang berada dalam kondisi terinfeksi (I) dan terpapar (E) menurun drastis, sementara jumlah yang sembuh (R) dan dikarantina (Q) meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi seperti *lockdown* dan karantina efektif dalam menurunkan penyebaran infeksi, yang terlihat dari turunnya kurva I(t) dan E(t). Kurva S(t) pun menurun perlahan karena perpindahan individu ke status lain seperti E(t), I(t), dan akhirnya R(t). Secara keseluruhan, model ini menunjukkan bahwa strategi pengendalian seperti *lockdown* dan karantina dapat secara signifikan meredam penyebaran Covid-19 dalam populasi.

#### Simulasi II

2 Sil Simulasi II grafik penyelesaian solusi dari penyebaran penyakit Covid-19, model SLEIQR menggunakan data awal yang terlihat pada gambar dibawah ini:



3 Gambar 5. Grafik solusi penyebaran penyakit covid-19 menggunakan metode Heun (simulasi II)

4 Gambar 5, tersebut menunjukkan hasil simulasi penyebaran penyakit Covid-19 menggunakan model matematika yang mempertimbangkan kebijakan lockdown dan karantina, dengan metode numerik Heun Simulasi II. Sumbu horizontal menunjukkan waktu ( $t$ ), sedangkan sumbu vertikal menunjukkan proporsi populasi dalam berbagai kategori, yaitu: susceptible (S), lockdown (L), exposed (E), infected (I), karantina (Q), dan recovered (R). Berdasarkan grafik, terlihat bahwa proporsi individu yang terinfeksi (I) meningkat tajam di awal tetapi kemudian menurun drastis mendekati nol, yang menunjukkan efektivitas intervensi seperti karantina dan lockdown. Populasi yang dikarantina (Q) juga menurun seiring waktu, menunjukkan bahwa penanganan kasus berjalan efektif. Sementara itu, populasi yang sembuh (R) terus meningkat secara perlahan, menunjukkan pemulihannya yang berkelanjutan. Populasi susceptible (S) menurun, karena individu berpindah ke kategori lain akibat terpapar virus atau dikarantina. Populasi dalam kondisi lockdown (L) meningkat tajam di awal dan kemudian melanda, mencerminkan implementasi kebijakan pembatasan sosial. Secara keseluruhan, grafik ini memperlihatkan bahwa kebijakan lockdown dan karantina memiliki peran penting dalam menekan jumlah kasus aktif dan mempercepat pemulihan selama pandemi.

5 Secara keseluruhan, baik metode Euler maupun Heun menjelaskan dinamika penyebaran COVID-19 dengan memperhitungkan pembatasan aktivitas dan isolasi. Meski demikian, hasil yang diperoleh dari simulasi menunjukkan bahwa metode Heun lebih baik dalam hal stabilitas dan akurasi. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya (Pratiwi dan Mungkasi, 2021; Hurit dan Resi, 2022), yang menyatakan bahwa metode Heun adalah pengembangan dari metode Euler dengan tingkat kesalahan yang lebih kecil. Dengan demikian, studi ini memperkuat argumen bahwa pembatasan aktivitas dan isolasi merupakan strategi yang efektif untuk mengurangi jumlah kasus [\[16\]](#). Di samping itu, penggunaan metode numerik yang tepat, seperti Heun, dapat memberikan hasil prediksi yang lebih dapat diandalkan untuk dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan di sektor kesehatan masyarakat.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan model matematis SLEIQR untuk pemodelan [\[15\]](#) penyebaran COVID-19 dengan menerapkan teknik numerik Euler dan Heun. Model ini dirancang sebagai sekumpulan persamaan diferensial nonlinier yang terdiri dari enam bagian: Rentan (S), Lockdown (L), Terpapar (E), Terinfeksi (I), Karantina (Q), dan Sembuh (R). Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa Kebijakan penutupan dan karantina ternyata efektif dalam mengurangi laju pertumbuhan jumlah individu yang terinfeksi, yang terlihat dari penurunan kurva  $I(t)$  serta peningkatan pada  $Q(t)$  dan  $R(t)$ . Baik metode Euler maupun Heun menghasilkan perilaku solusi yang hampir sama, tetapi metode Heun menunjukkan hasil yang lebih stabil dan tepat, sesuai dengan karakteristiknya sebagai pendekatan *prediktor-corektor*. Perubahan dalam nilai awal populasi pada simulasi kedua berdampak pada pola penyebaran penyakit, yang menekankan pentingnya faktor kondisi awal dalam model epidemiologi. Berdasarkan hasil ini, metode Heun lebih disarankan untuk digunakan dalam simulasi model penyebaran penyakit menular yang kompleks. Penelitian ini juga memperkuat temuan dari penelitian sebelumnya (Pratiwi dan Mungkasi, 2021; Hurit dan Resi, 2022; Manaqib dkk., 2021) bahwa penggunaan kombinasi intervensi karantina dan metode numerik yang tepat dapat memberikan prediksi yang lebih akurat.

## <sup>11</sup> 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam Penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak dan ibu dosen atas kerjasama dalam proses penelitian hingga membimbing saya serta kepada semua orang yang membantu saya dalam pengambilan data di Lapangan.

SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
<hr/>			
23%	20%	10%	11%
PRIMARY SOURCES			
1	Submitted to Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya Student Paper		11%
2	ejournal.sisfokomtek.org Internet Source		4%
3	Roberta Uron Hurit, Agnes Ona Bliti Puka, Maria Yosefina Maing. "Penerapan Metode Euler Dan Heun Pada Penyebaran Penyakit Demam Berdarah", Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika, 2023 Publication		1%
4	oj3.unpatti.ac.id Internet Source		1%
5	repository.ub.ac.id Internet Source		1%
6	www.grafiatih.com Internet Source		1%
7	Hazhir Rahmandad, John Sterman. "Heterogeneity and Network Structure in the Dynamics of Diffusion: Comparing Agent-Based and Differential Equation Models", Management Science, 2008 Publication		<1%
8	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar Student Paper		<1%

9	<a href="#">id.berita.yahoo.com</a> Internet Source	<1 %
10	<a href="#">journals.unihaz.ac.id</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="#">ejurnalunsam.id</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="#">moam.info</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="#">fiskal.kemenkeu.go.id</a> Internet Source	<1 %
14	Tsaniatul Khayati, Auliana Khorunnisa Anwar, Tutut Nurita, Wahono Widodo et al. "PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GEMPA BUMI VULKANIK SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN BUZZER BERBASIS ARDUINO UNO", BIOCHEPHY: Journal of Science Education, 2025 Publication	<1 %
15	<a href="#">id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="#">missdesy.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="#">rozalinda.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="#">www-dweb-cors.dev.archive.org</a> Internet Source	<1 %
19	Donna Mesina Rosadini Pasaribu, Ernawaty Tamba, Muhammad Faturrahman Adani, Wani Devita Gunardi. "Literature Review: Model Matematika Penyebaran Virus SARS- COV-2 pada Masa Pandemi COVID-19 Tahun 2020", Jurnal Kedokteran Meditek, 2023	<1 %

Exclude quotes      Off  
Exclude bibliography      Off

Exclude matches      Off