

**MODEL MATEMATIKA POLIO DENGAN STUDI KASUS DI DAERAH
ISTIMEWA YOGYAKARTA**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : M. Aly Akbar Hakim
NIM : 21106010018
Judul Skripsi : Model Matematika Polio Dengan Studi Kasus Di Daerah Istimewa Yogyakarta

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

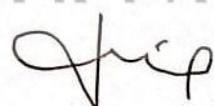
Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 27 Mei 2025

Pembimbing



Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.

NIP. 19800505 200801 1 028

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1621/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Model Matematika Polio Dengan Studi Kasus Di Daerah Istimewa Yogyakarta

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : M. ALY AKBAR HAKIM
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010018
Telah diujikan pada : Selasa, 10 Juni 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 688c51bfa2c7a



Penguji I

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si.,
M.Si.
SIGNED

Valid ID: 684e3940c4e1f



Penguji II

Dr. Ephra Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6888431123f33



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Aly Akbar Hakim
NIM : 21106010018
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 27 Mei 2025



M. Aly Akbar Hakim

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

"Trying to be better"



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk
Diri saya sendiri yang telah berjuang untuk menyelesaikan studi.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Dr. Ephra Diana Supandi, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Dr. Sugiyanto, S.Si., ST., M.Si. selaku Dosen Pembimbing, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan ketelitian, serta memberikan banyak masukan hingga tugas akhir ini terselesaikan.
4. Bapak Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji 1 yang telah memberikan kritik, saran serta masukan atas keterbatasan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas cinta, doa kesabaran dan pengorbanan yang tiada henti, serta menjadi sumber kekuatan bagi penulis.
6. Adik-adikku, M. Iqbal Azizy dan M. Adib Mukhlasin, terima kasih atas semangat, canda tawa dan sudah menjadi adik yang baik.
7. Seluruh teman Matematika Terapan '21, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang luar biasa.
8. Teman-teman Kamar 24, yang setia dalam susah senang, serta menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah.
9. Teman-teman KKN 114 kelompok 221, atas pengalaman dan kebersamaan yang berharga di lapangan.
10. Hamas Abdillah, sudah turut memberi warna dan kenangan selama masa studi.
11. Mochammad Khisbu Sholichin, seseorang yang saya anggap kakak kandung, atas bimbingan dan perhatian yang tak pernah pelit dibagikan.

12. Seseorang yang masih saya perjuangkan, Wilda Nur Kholifah, terima kasih telah hadir menjadi sumber semangat di tengah lelah dan keraguan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca



Yogyakarta, 29 Mei 2025

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
<i>ABSTRACT</i>	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2. BATASAN MASALAH	2
1.3. RUMUSAN MASALAH	2
1.4. TUJUAN PENELITIAN	3
1.5. MANFAAT PENELITIAN	3
1.6. TINJAUAN PUSTAKA	4
1.7. SISTEMATIKA PENULISAN	7
BAB II DASAR TEORI	8
2.1. PEMODELAN MATEMATIKA	8
2.2. PERSAMAAN DIFERENSIAL	10
2.3.1. Persamaan Diferensial Biasa	11
2.3.2. Persamaan Diferensial Parsial	11
2.3.3. Persamaan Diferensial Linear	12
2.3.4. Persamaan Diferensial Non Linear	13
2.3. SISTEM PERSAMAAN DIFERENSIAL	14
2.4.1. Sistem Persamaan Diferensial Linear	15
2.4.2. Sistem Persamaan Diferensial Non-Linear	19
2.5. TITIK EKUILIBRIUM	20
2.7. KESTABILAN TITIK EKUILIBRIUM	21

2.7.1. Kestabilan Sistem Persamaan Diferensial Linear	22
2.6.2. Kestabilan Sistem Persamaan Diferensial Non Linear	23
2.6. NILAI EIGEN DAN VEKTOR EIGEN.....	26
2.8. KRITERIA ROUTH-HURWITZ	27
2.9. BILANGAN REPRODUKSI DASAR	29
2.1. PENYAKIT POLIO	30
2.1.1. Apa Itu Penyakit Polio?	30
2.1.2. Penyebab Polio	31
2.1.3. Faktor Risiko Polio	32
2.1.4. Gejala Polio	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1. JENIS DAN WAKTU PENELITIAN.....	36
3.2. OBJEK DAN VARIABEL PENELITIAN.....	36
3.3. ALUR PENELITIAN.....	37
3.4. DIAGRAM ALUR PENELITIAN.....	38
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
4.1. KONSTRUKSI MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT POLIO	39
4.2. TITIK KESETIMBANGAN MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT POLIO	43
4.2.1. Titik Kesetimbangan Non Endemik.....	44
4.2.2. Titik Kesetimbangan Endemik.....	46
4.3. ANALISIS KESTABILAN PADA TITIK KESETIMBANGAN	48
4.3.1. Analisis Kestabilan pada Titik Setimbang Non Endemik.....	49
4.3.2. Analisis Kestabilan pada Titik Kesetimbangan Endemik	50
4.3.3. Analisis Menggunakan Metode Routh-Hurwitz	53
BAB V SIMULASI NUMERIK	55
5.1. TUJUAN SIMULASI.....	55
5.2. POPULASI STUDI DAN DATA AWAL	56
5.3. NILAI PARAMETER DAN KONDISI AWAL	57
5.4. METODE SIMULASI	60

5.5. HASIL SIMULASI.....	61
BAB VI PENUTUP	66
 6.1. KESIMPULAN.....	66
 6.2. SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN.....	72
 INPUT MATLAB	72
 DRAFT PAPER POLIO	74



ABSTRACT

Polio is a contagious disease caused by the poliovirus and can lead to permanent paralysis. This study develops a mathematical model of polio transmission using the SEIV (Susceptible, Exposed, Infected, Vaccinated) approach. The model is constructed based on the assumptions of a homogeneous and closed population, while also considering the effects of vaccination and incubation period. The study focuses on Daerah Istimewa Yogyakarta. Analysis is conducted on both endemic and non-endemic equilibrium points, as well as their stability using the Jacobian matrix and the Routh-Hurwitz method. The results show that system stability depends on the value of R_0 . If $R_0 < 1$, the non-endemic equilibrium is asymptotically stable; whereas if $R_0 > 1$, it becomes unstable, allowing the possibility of an endemic state. Numerical simulations are carried out using the fourth-order Runge-Kutta method via MATLAB software. This study emphasizes the crucial role of vaccination in controlling polio transmission and provides a scientific foundation for the formulation of public health strategies.

Keywords: polio, mathematical model, SEIV, basic reproduction number, stability, equilibrium, vaccination, simulation.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

Polio merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus poliovirus dan dapat menyebabkan kelumpuhan permanen. Penelitian ini mengembangkan model matematika penyebaran polio menggunakan pendekatan SEIV (Susceptible, Exposed, Infected, Vaccinated). Model dibentuk berdasarkan asumsi populasi homogen dan tertutup, serta mempertimbangkan proses vaksinasi dan masa inkubasi. Studi difokuskan pada wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Analisis dilakukan terhadap titik kesetimbangan endemik dan non endemik, serta kestabilannya menggunakan Jacobian dan metode Routh-Hurwitz. Hasil menunjukkan bahwa kestabilan sistem bergantung pada nilai R_0 . Jika $R_0 < 1$, maka titik non endemik bersifat stabil asimtotik, sedangkan jika $R_0 > 1$, titik tersebut menjadi tidak stabil dan memungkinkan munculnya kondisi endemik. Simulasi numerik dilakukan menggunakan metode Runge-Kutta orde empat melalui software MATLAB. Penelitian ini menegaskan peran penting vaksinasi dalam pengendalian penyebaran polio dan memberikan dasar ilmiah bagi perumusan strategi kesehatan masyarakat.

Kata kunci: polio, model matematika, SEIV, bilangan reproduksi dasar, kestabilan, ekuilibrium, vaksinasi, simulasi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Polio adalah kependekan dari *poliomyelitis*, dikenal sebagai penyakit sangat menular yang bisa mengarah ke komplikasi parah, termasuk kelumpuhan yang disebabkan oleh infeksi virus akut. Polio mulai menyerang secara masal pada awal tahun 1900-an dan berkembang di berbagai negara di Eropa dan Asia dan banyak lagi kasus yang tidak terhitung (Harianto dkk., 2023). Rata - rata polio menyerang anak laki - laki dibandingkan anak perempuan dan lebih sering terjadi pada anak yang tidak mendapatkan vaksinasi, terutama mereka yang tinggal di daerah padat penduduk dengan sanitasi buruk. Virus ini cenderung merusak sel neuron motorik pada tanduk anterior sumsum tulang belakang (*anterior horn cells of the spinal cord*) dan batang otak (*brainstem*), menyebabkan kelumpuhan otot (*acute flaccid paralysis*) seiring penyebaran infeksi, dengan tingkat keparahan yang bervariasi dan bersifat permanen (Pontoh & Angliadi, 2015).

Secara global, polio masih menjadi ancaman bagi kesehatan manusia. *Global Polio Eradication Initiative* (GPEI) menunjukkan bahwa hingga pertengahan 2024, 34 negara melaporkan adanya kasus polio, baik dari virus polio liar (WPV) maupun virus dari vaksin (cVDPV) (Thompson & Badizadegan, 2024). Di Indonesia sendiri, dilansir dari situs *World Health Organization* (WHO), wabah polio kembali muncul pada 2022 setelah Indonesia dinyatakan bebas polio pada 2014. Kasus polio ditemukan di provinsi Aceh, terkait virus polio tipe dua yang berasal dari vaksin (cVDPV 2). Pemerintah Indonesia bersama WHO merespon dengan melakukan kampanye imunisasi rutin dan imunisasi tambahan. Sekitar 12,4 juta dosis vaksin (nOPV2) diberikan di beberapa provinsi termasuk Aceh, Sumatera Utara, dan Jawa Barat (<https://www.who.int/indonesia/emergencies/polio-outbreak-in-indonesia>).

Pencegahan polio dilakukan melalui *inactive poliovirus vaccine* (IPV) yang diberikan dalam empat dosis kepada anak-anak usia 2 - 6 tahun. Jika polio aktif, penanganannya meliputi pemberian analgesik dan antipiretik untuk mengatasi nyeri dan demam, menjaga kebersihan salurann pernapasan, serta istirahat di tempat tidur

dengan pencegahan kontraktur melalui penempatan posisi yang tepat dan latihan rentang gerak. Setelah infeksi polio paralitik, sekitar 30 - 40 tahun dari masa kanak-kanak, muncul *Post-Poliomyelitis Syndrome* (PPS) atau Sindrom Pasca-Polio yang ditandai dengan kelelahan otot, nyeri, penurunan daya tahan, serta atrofi dan kedutan otot (Vassallo dkk., 2021).

Saat ini, pemodelan matematika memainkan peran penting dalam memahami dinamika penyebaran berbagai penyakit menular, termasuk penyakit polio. Melalui pendekatan ini, proses penularan penyakit dapat dianalisis secara lebih mendalam, sehingga bermanfaat dalam perencanaan strategi pengendalian dan pengambilan keputusan di bidang kesehatan masyarakat. Beragam model telah dikembangkan untuk menggambarkan penyebaran penyakit, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Angelika & Harianto, 2023) dan (Umam dkk., 2016) yang menjelaskan model SEIV pada penyebaran polio. Kemudian terdapat (Putra, 2016) yang menganalisis model epidemi menggunakan metode routh Hurwitz.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya terkait pemodelan penyakit menular, dalam tugas akhir ini dibangun suatu model SEIV untuk menggambarkan penyebaran penyakit polio. Analisis yang dilakukan meliputi penentuan titik-titik kesetimbangan sistem, studi kestabilan menggunakan metode Routh-Hurwitz, serta simulasi numerik menggunakan software MATLAB.

1.2. BATASAN MASALAH

Agar pembahasan menjadi lebih terarah dan tidak meluas, maka peneliti memberikan batasan masalah yaitu:

- a. Pemodelan dilakukan menggunakan model SEIV (Susceptible, Exposed, Infected, Vaccinated)
- b. Data yang digunakan dibatasi pada periode waktu tertentu.
- c. Tingkat penularan, tingkat pemulihan, dan tingkat vaksinasi dianggap konstan.

1.3. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana membangun model matematika pada penyebaran penyakit polio dengan mempertimbangkan vaksinasi?
- b. Bagaimana analisis kestabilan titik-titik kesetimbangan dari model matematika pada penyebaran penyakit polio di Daerah Istimewa Yogyakarta?
- c. Bagaimana hasil simulasi dari model matematika penyebaran penyakit polio dengan vaksinasi menggunakan software MATLAB, serta bagaimana interpretasinya terhadap dinamika penyebaran penyakit?

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah

- a. Menerapkan model matematika yang dapat menggambarkan dinamika penyebaran penyakit polio dalam suatu populasi dengan mempertimbangkan pengaruh vaksinasi.
- b. Menganalisis kestabilan titik-titik kesetimbangan dari model untuk memahami kondisi penyebaran dan pengendalian penyakit polio.
- c. Mengidentifikasi parameter-parameter kunci dalam model yang memengaruhi nilai bilangan reproduksi dasar R_0 , sebagai indikator potensi penularan penyakit dalam populasi.
- d. Melakukan simulasi numerik terhadap model menggunakan software MATLAB untuk mengetahui dampak vaksinasi terhadap dinamika penyebaran penyakit polio di Daerah Istimewa Yogyakarta..

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah

- a. Sarana pengaplikasian ilmu mengenai penyebaran penyakit polio yang dapat dimodelkan dalam pemodelan matematika dengan sistem persamaan diferensial.
- b. Dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya terkait pemodelan matematika, terutama tentang model matematika pada penyebaran penyakit polio.

1.6. TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 1.1 Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Pembaruan dalam Penelitian ini
1	Agarwala dan Bhadauria	<i>Modeling Spread of Polio with the Role of Vaccination</i>	2011	Model matematika non linear	Menyusun model penyebaran polio dengan vaksinasi, dan analisis kestabilan titik kesetimbangan	Mmenyesuaikan model SEIV, menggunakan data lokal, dan analisis Routh-Hurwitz
2	Yusuf dan Babajee	<i>Mathematical Modeling and Optimal Control of Poliovirus Transmission</i>	2018	Model SEIR dengan kontrol optimal	Mengembangkan strategi optimal vaksinasi dan imunisasi menggunakan teori kontrol	Menyederhanakan model ke arah SEIV untuk fokus pada kestabilan dan simulasi vaksinasi, tidak menggunakan kontrol optimal
3	Onyango,	<i>Mathematical</i>	2013	Model SEIR	Menganalisis dampak	Fokus pada dinamika

	Odera, dan Mbogo	<i>Modeling of Polio Dynamics with Vaccination and Treatment</i>		vaksinasi dan pengobatan dalam penyebaran polio	vaksinasi dengan parameter lokal, tidak menyertakan pengobatan
4	Umam, Kharis, dan Supriyono	<i>Model Epidemik SEIV pada Populasi Tak Konstan</i>	2016	Model SEIV	Mengembangkan model SEIV dengan asumsi populasi tak konstan
5	Angelika dan Hariantoro	<i>Analisis Sensitivitas Model SEIV pada Kasus Penularan Penyakit Polio</i>	2023	Model SEIV dan analisis sensitivitas	Menentukan parameter paling berpengaruh dalam penyebaran polio
6	Putra	<i>Kestabilan Model Epidemi SEIR dengan</i>	2016	Routh-Hurwitz untuk model SEIR	Menentukan kestabilan titik ekuilibrium menggunakan metode Hurwitz pada model SEIV untuk polio

		<i>Matriks Hurwitz</i>			metode Rourh-Hurwitz	dengan studi kasus aktual di DIY
7	Hariant o, Angelik a, dan Seru	<i>Kestabilan Lokal Titik Ekuilibriu m Model Penyebaran Penyakit Polio</i>	2023	Model SEIV dan kestabilitan	Menganalisis kestabilan titik ekuilibrium SEIV menggunakan nilai eigen	Menambahkan pendekatan metode Routh-Hurwitz dan simulasi berbasis data lokal DIY
8	Jannah, Karim, dan Yulida	<i>Analisis Kestabilan Model SEIR untuk Penyebaran COVID-19 dengan Vaksinasi</i>	2021	Model SEIR, vaksinasi, dan Hurwitz	Studi kestabilan titik ekuilibrium menggunakan vaksinasi dalam konteks Covid-19	Menerapkan pendekatan serupa tetapi fokus pada polio dan struktur SEIV
9	Side, Sari, dan Sanusi	<i>SEIR Mathematical Model of Seizure Fever in Infants Under 5 Years Old</i>	2021	Model SEIR untuk penyakit anak	Pemodelan penyakit menular pada balita menggunakan pendekatan deterministik	Pendekatan serupa namun diaplikasikan pada kasus polio dengan struktur SEIV dan asumsi lokal spesifik DIY

1.7. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terdiri pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, penutup serta daftar pustaka.

Bab I Pendahuluan, membahas latar belakang permasalahan yang menjadi dasar penelitian ini, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang menjelaskan struktur isi laporan secara keseluruhan.

Bab II Dasar Teori, memuat berbagai teori dan konsep yang menjadi dasar pemikiran dalam penelitian, khususnya yang berkaitan dengan pemodelan matematika dalam penyebaran penyakit menular seperti polio.

Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan pendekatan penelitian yang digunakan, jenis penelitian, waktu dan lokasi pelaksanaan, serta variabel-variabel yang digunakan.

Bab IV Analisis dan Pembahasan, menyajikan proses pembentukan model penyebaran penyakit polio, analisis terhadap titik-titik kesetimbangan dari model yang dikembangkan, perhitungan nilai bilangan reproduksi dasar (R_0), serta interpretasi hasil analisis model yang diperoleh.

Bab V Simulasi Numerik, menyajikan hasil simulasi numerik terhadap model yang telah dibentuk dengan bantuan *software* MATLAB. Bagian ini juga mencakup visualisasi grafik dan interpretasi hasil simulasi untuk memperoleh pemahaman lebih lanjut.

Bab VI Penutup, berisi kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka, mencantumkan seluruh referensi yang digunakan sebagai dasar teori dan acuan dalam penyusunan penelitian ini.

BAB VI

PENUTUP

6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis model matematika SEIV yang dikembangkan untuk menggambarkan penyebaran penyakit polio di Daerah Istimewa Yogyakarta, diperoleh nilai bilangan reproduksi dasar sebesar $R_0 \approx 0.0001$. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata jumlah individu yang terpapar oleh satu penderita sangat kecil, jauh dibawah ambang batas satu. Hal ini mengindikasikan bahwa penyakit polio tidak akan menyebar secara luas dalam populasi dan cenderung akan punah seiring waktu.

Berdasarkan kriteria kestabilan yang dianalisis melalui pendekatan Hurwitz dan evaluasi nilai eigen dari matriks Jacobian, ditunjukkan bahwa titik kesetimbangan non endemik bersifat stabil. Artinya, apabila tidak terjadi perubahan besar pada parameter yang mempengaruhi penyebaran polio, maka populasi akan cenderung menuju kondisi bebas polio.

Simulasi numerik yang dilakukan mendukung hasil analitis tersebut, dengan menunjukkan tren penurunan jumlah individu dalam kompartemen *I* dari waktu ke waktu. Hal ini memberikan gambaran bahwa upaya vaksinasi yang konsisten dan cakupannya luas merupakan kunci utama dalam mengendalikan dan mengeliminasi penyakit polio di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta.

6.2. SARAN

Bagi penulis, penelitian ini masih memiliki ruang pengembangan yang luas. Model SEIV yang digunakan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor tambahan, seperti mobilitas penduduk, efektivitas vaksin yang bervariasi, atau dinamika populasi yang tidak konstan. Selain itu, integrasi dengan pemodelan spasial dan penggunaan data lapangan secara real-time dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai penyebaran penyakit di wilayah tertentu.

Bagi pembaca dan pemerhati kesehatan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam memahami pentingnya vaksinasi sebagai strategi utama dalam mencegah penyebaran penyakit menular, khususnya polio. Pendekatan matematis seperti ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam penyusunan kebijakan kesehatan masyarakat, terutama di wilayah dengan tingkat cakupan imunisasi yang masih rendah.



DAFTAR PUSTAKA

- Afri, L. D. (2022). *Persamaan Diferensial Elementer*.
- Agarwal, M., & Bhadauria, A. S. (2011). Modeling Spread of Polio with the Role of Vaccination. *Applications and Applied Mathematics: An International Journal (AAM)*, 6(2), 553.
- Allen, L. J. S. (2017). A primer on stochastic epidemic models: Formulation, numerical simulation, and analysis. *Infectious Disease Modelling*, 2(2), 128–142.
- Ambarsari, I. F., & Hasanah, N. (2022). Peran Pembelajaran Pemodelan Matematika di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahaan*, 10(3), 1110–1120.
- Bapperida, 2025, https://bapperida.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar/cetak/367-jumlah-penduduk-hasil-pendataan-keluarga diakses pada 19 Mei 2025, pukul 09.46 WIB).
- Dinkes2, 2025, <https://dinkes.jogjaprov.go.id/berita/detail/cakupan-imunisasi-dasar-lengkap-idl-diy-tahun-2019> diakses pada 19 Mei 2025, pukul 10.14 WIB.
- Dinkes, 2025, <https://dinkes.jogjaprov.go.id/berita/detail/pin-pekan-imunisasi-nasional-polio-2024-putaran-i-diy-berjalan-lancar> diakses pada 18 Mei 2025, pukul 11.17 WIB.
- Angelika, V., & Harianto, J. (2023). Analisis Sensitivitas Model SEIV pada Kasus Penularan Penyakit Polio. *Jurnal Fourier*, 12(2), 60–68.
- Aprilia, R., & Panjaitan, D. J. (2022). *Pemodelan Matematika*.
- Brauer, F., Castillo-Chavez, C., & Feng, Z. (2019). *Mathematical models in epidemiology* (Vol. 32). Springer.
- Djafri, D. (2015). Pemodelan epidemiologi penyakit menular. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1), 1–2.
- Efendi, R., & Sagita, D. (2021). Penerapan Sistem Persamaan Diferensial Linier pada Simulasi Debit Air pada Pipa. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 5(1), 10–17.

- Fahlevi, & Austin, D. (2022). *Model Seirs Pada Penyebaran Shopaholic Di Masa Pandemi Covid-19*.
- Fathonah, F. S., Zulkarnaen, D., & Sukaesih, E. (2017). Pencarian Solusi Persamaan Diferensial Parsial Non Linier menggunakan Metode Transformasi Pertubasi Homotopi dan Metode Dekomposisi Adomian. *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 2(1), 35–42.
- Harianto, J., Angelika, V., & Seru, F. (2023). Kestabilan Lokal Titik Ekuilibrium Model Penyebaran Penyakit Polio. *Jurnal Matematika UNAND*, 12(2), 153–167.
- Hikmah, N. (2011). *Analisis Titik Ekuilibrium Model Epidemi Sir Dengan Efek Demografi*. 4(1), 61–67.
- Hirsch, M. W., Smale, S., & Devaney, R. L. (2013). *Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos*. Academic press.
- Ibnas, R. (2017). Persamaan differensial eksak dengan faktor integrasi. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 5(2), 91.
- Jalil, R. (2017). *Penyelesaian Persamaan Diferensial Bernoulli Tak Linear dengan Metode Transformasi Diferensial*. FMIPA.
- Jannah, M., Karim, M. A., & Yulida, Y. (2021). Analisis kestabilan model seir untuk penyebaran covid-19 dengan parameter vaksinasi. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(3), 535–542.
- Juliah, I. (2015). Analisis Kestabilan Titik Kesetimbangan Model Matematika Proses Transmisi Virus Dengue Di Dalam Tubuh Manusia Dengan Terapi Obat Herbal. *Unnes Journal of Mathematics*, 5(2), 127–134.
- Lumbantoruan, J. H. (2019). *Buku Materi Pembelajaran Persamaan Diferensial*. Prodi Pendidikan Matematika Universitas Kristen Indonesia.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2005). Tutorial on agent-based modeling and simulation. *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, 2005., 14-pp.
- Martcheva, M. (2015). *An introduction to mathematical epidemiology* (Vol. 61). Springer.
- Masyhudi, M. A., Fatahillah, A., & Setiawan, T. B. (2018). Pemodelan Matematika Penyebaran Polutan Udara di Kawasan PLTU Menggunakan

- Metode Volume Hingga. *Jurnal Kadikma*, 9(3), 194–203.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/11651>
- Murtafiah, W., & Apriandi, D. (2018). *Persamaan Diferensial Biasa dan Aplikasinya*. Unipma Press.
- Ningsih, D. K. (2016). Analisis Bifurkasi pada Model Epidemiologi SEIR Demam Berdarah di Surabaya. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(1), A7–A13.
- Oktaviani, R., Prihandono, B., & Intisari, H. (2014). Penyelesaian Numerik Sistem Persamaan Diferensial Non Linear Dengan Metode Heun Pada Model Lotka-Volterra. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 03(1), 29–38.
- Pontoh, L. M., & Angliadi, E. (2015). Rehabilitasi Medik Pada Poliomielitis. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 7(2). <https://doi.org/10.35790/jbm.7.2.2015.9327>
- Putra, R. T. (2016). Kestabilan Model Epidemi Seir dengan Matriks Hurwitz. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 11(2), 74–82.
- Putri, S. N. M. L. S. (2018). *Analisis Model Matematika Penyebaran Penyakit Co-infection Chlamydia dan Pneumonia*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saparwadi, L. (2011). Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Heroin dalam Model Sistem Persamaan Diferensial (ODE). *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 4(2), 133–150.
- Side, S., Sari, I., & Sanusi, W. (2021). SEIR Mathematical Model of Seizure fever in Infants Under 5 Years Old in Makassar City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1752(1), 12007.
- Thompson, K. M., & Badizadegan, K. (2024). Evolution of global polio eradication strategies: targets, vaccines, and supplemental immunization activities (SIAs). *Expert Review of Vaccines*, 23(1), 597–613.
<https://doi.org/10.1080/14760584.2024.2361060>
- Umam, Y. C., Kharis, M., & Supriyono, S. (2016). MODEL EPIDEMI SEIV PENYEBARAN PENYAKIT POLIO PADA POPULASI TAK KONSTAN. *Unnes Journal of Mathematics*, 5(2), 100–107.
- Vassallo, A., Dunbar, K., Ajuwon, B., Lowbridge, C., Kirk, M., King, C., & Sheel, M. (2021). Assessing the impact of polio supplementary immunisation

- activities on routine immunisation and health systems: A systematic review.
BMJ Global Health, 6(11). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006568>
- Yang, Z., Zeng, Z., Wang, K., Wong, S.-S., Liang, W., Zanin, M., Liu, P., Cao, X., Gao, Z., & Mai, Z. (2020). Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of COVID-19 in China under public health interventions. *Journal of Thoracic Disease*, 12(3), 165.
- Yulida, Y., Wiranto, A. S., Faisal, F., Karim, M. A., & Soesanto, O. (2024). SACR EPIDEMIC MODEL FOR THE SPREAD OF HEPATITIS B DISEASE BY CONSIDERING VERTICAL TRANSMISSION. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 18(4), 2491–2504.

