



ANALISIS KESTABILAN MODEL PENYEBARAN PENYAKIT LEPTOSPIROSIS TIPE SIRS

RIZKA DWI ANDRIANI



DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kestabilan Model Penyebaran Penyakit Leptospirosis Tipe SIRS” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Rizka Dwi Andriani
G5401201037

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

RIZKA DWI ANDRIANI. Analisis Kestabilan Model Penyebaran Penyakit Leptospirosis Tipe SIRS. Dibimbing oleh PAIAN SIANTURI dan ALI KUSNANTO.

Leptospirosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Leptospira* yang dapat menularkan ke manusia dan hewan. Model SIRS dalam populasi manusia dan SI dalam populasi tikus digunakan untuk mempelajari analisis kestabilan dan simulasi numerik dalam dinamika penyebaran penyakit Leptospirosis. Hasil analisis diperoleh dua titik tetap, yaitu titik tetap bebas penyakit dan titik tetap endemik. Titik tetap bebas penyakit akan stabil jika $\mathcal{R}_0 < 1$ dan titik tetap endemik akan stabil jika $\mathcal{R}_0 > 1$. Hasil numerik menunjukkan bahwa kenaikan tingkat kematian alami tikus dan penurunan tingkat penularan dari tikus rentan ke tikus terinfeksi akan mengakibatkan nilai \mathcal{R}_0 menurun. Upaya untuk menurunkan laju penularan penyakit dapat dilakukan dengan menaikkan tingkat kematian alami tikus dan menurunkan tingkat penularan dari tikus rentan ke tikus terinfeksi.

Kata kunci: analisis kestabilan, Leptospirosis, simulasi numerik, SIRS, titik tetap bebas penyakit, titik tetap endemik

ABSTRACT

RIZKA DWI ANDRIANI. Stability Analysis of SIRS Model for Leptospirosis Disease Spread. Supervised by PAIAN SIANTURI and ALI KUSNANTO.

Leptospirosis is a disease caused by *Leptospira* bacteria that can transmit to humans and animals. SIRS model in human population and SI model in rat population are used to study the stability analysis and numerical simulation in the dynamics of Leptospirosis disease spread. The analysis results obtained two fixed points, which are disease-free fixed point and endemic fixed point. The disease-free fixed point will be stable if $\mathcal{R}_0 < 1$ and the endemic fixed point will be stable if $\mathcal{R}_0 > 1$. Numerical results show that an increase in the natural mortality rate of rats and a decrease in the transmission rate from susceptible rats to infected rats will result in a decrease in the \mathcal{R}_0 value. Measures to reduce the rate of disease transmission can be made by increasing the natural mortality rate of rats and decreasing the transmission rate from susceptible rats to infected rats.

Keywords: disease-free fixed point, endemic fixed point, Leptospirosis, numerical simulation, SIRS, stability analysis



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ANALISIS KESTABILAN MODEL PENYEBARAN PENYAKIT LEPTOSPIROSIS TIPE SIRS

RIZKA DWI ANDRIANI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Ir. Hadi Sumarno M.S.





Judul Skripsi : Analisis Kestabilan Model Penyebaran Penyakit Leptospirosis Tipe SIRS

Nama : Rizka Dwi Andriani
NIM : G5401201037

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Paian Sianturi



Pembimbing 2:
Drs. Ali Kusnanto, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:
Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.
NIP 196312281989032001



Tanggal Ujian: 26 Juli 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Mei 2024 ini ialah Analisis Kestabilan Model Penyebaran Penyakit Leptospirosis Tipe SIRS.

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang turut membantu dalam menyusun karya ilmiah ini, diantaranya:

Keman Andrianto dan Rejeki Puji Purwati selaku orang tua penulis serta Fauziah Eka Jayanti selaku kakak yang telah memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang sehingga penulis memiliki semangat dalam menyusun tugas akhir ini hingga selesai.

Dr. Paian Sianturi dan Drs. Ali Kusnanto, M.Si selaku dosen pembimbing I dan II atas segala kesabaran dalam membimbing, memberi ilmu, memberi saran, motivasi, serta kritik sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

1. Dr. Ir. Hadi Sumarno, M.S selaku dosen penguji yang telah memberikan saran.
2. Seluruh dosen matematika yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
3. Seluruh staf departemen matematika yang telah membantu selama masa perkuliahan.
4. Tazkia Nur Hafizha selaku teman akrab penulis yang senantiasa sabar mendengarkan keluh, kesah, haru, bahagia serta membantu penulis selama masa perkuliahan hingga terselesainya tugas akhir ini.
5. Meyliana Nurfadhila dan Annisa Permata Sari selaku teman akrab penulis yang selalu membantu penulis dikala kesulitan dalam memahami materi kuliah.
6. Salsabila Fitri Imni, Dita Dervinta, Aqilah Fitri Chania, Renda Sulistyorini, Syammira Dhifa Maulia, Ana Nur Fitria, Desi Noviyanti, Alifia Nabila Hakim, dan Raden Roro Carissa T selaku teman kuliah penulis yang telah memberikan dukungan serta motivasi untuk selalu mengerjakan tugas akhir ini.
7. Bannisa Fathimatuzzahra dan Alfath Fathan Firdaus selaku teman satu bimbingan penulis yang telah memberikan dukungan, semangat selama menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman Departemen Matematika angkatan 57.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Rizka Dwi Andriani



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	3
2.2 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	3
2.3 Titik Tetap dan Kestabilan Titik Tetap	3
2.4 Bilangan Reproduksi Dasar	4
2.5 Kriteria Routh-Hurwitz	4
2.6 Analisis Sensitivitas	5
III METODE PENELITIAN	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	7
4.1 Formulasi Model	7
4.2 Penentuan Titik Tetap	10
4.3 Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar	10
4.4 Analisis Kestabilan Titik Tetap	11
4.5 Analisis Sensitivitas	14
4.6 Simulasi Numerik	15
V SIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Simpulan	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	34

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi parameter model epidemi tipe SIRS	9
2	Nilai parameter	14
3	Nilai indeks sensitivitas	15
4	Kenaikan nilai parameter (λ_V)	17
5	Penurunan nilai parameter (γ_V)	18

DAFTAR GAMBAR

1	Kompartemen populasi manusia dan tikus pada penyebaran penyakit Leptospirosis tipe SIRS, digambar kembali dari Pimpunchat <i>et al.</i> (2013)	8
2	Dinamika proporsi populasi manusia (a) dan tikus (b) terhadap waktu pada kondisi $\mathcal{R}_0 < 1$	15
3	Dinamika proporsi populasi manusia (a) dan tikus (b) terhadap waktu pada kondisi $\mathcal{R}_0 > 1$	16
4	Dinamika proporsi subpopulasi manusia rentan (a), manusia terinfeksi (b), dan manusia sembuh (c) serta subpopulasi tikus rentan (d) dan tikus terinfeksi (e) terhadap waktu	17
5	Dinamika proporsi subpopulasi manusia rentan (a), manusia terinfeksi (b), dan manusia sembuh (c) serta subpopulasi tikus rentan (d) dan tikus terinfeksi (e) terhadap waktu	19

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penyederhanaan persamaan	24
2	Penentuan titik tetap	25
3	Penentuan bilangan reproduksi dasar	25
4	Kestabilan titik tetap endemik T_1	26
5	Nilai indeks sensitivitas	27
6	Simulasi numerik	29

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.