



MODEL MATEMATIKA DAN SIMULASI WABAH PENYAKIT MERS-COV

BANISSA FATHIMATUZZAHRA HERNAWAN



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Model Matematika dan Simulasi Wabah Penyakit MERS-CoV” 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, Desember 2024

Banissa Fathimatuzzahra Hernawan
G5401201077



ABSTRAK

BANISSA FATHIMATUZZAHRA HERNAWAN. Model Matematika dan Simulasi Wabah MERS. Dibimbing oleh PAIAN SIANTURI dan ALI KUSNANTO.

Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) adalah penyakit menular yang menyerang saluran pernafasan diakibatkan oleh virus korona dan dapat menular melalui hewan maupun manusia. Pada penelitian ini akan dikaji model penyebaran penyakit MERS-CoV dengan merekonstruksi model, menentukan titik tetap, menganalisis kestabilannya, serta menentukan bilangan reproduksi dasar. Selanjutnya dilakukan simulasi numerik untuk melihat dinamika penyebaran penyakit MERS-CoV. Hasil analisis diperoleh dua titik tetap, yaitu titik tetap bebas penyakit dan titik tetap endemik. Analisis kestabilan titik tetap ditentukan dengan kriteria Routh-Hurwitz. Bilangan reproduksi dasar diperoleh dengan matriks *next generation*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perlunya meminimalkan kontak transmisi penyebaran penyakit MERS-CoV, memaksimalkan isolasi, serta meningkatkan efektifitas pengobatan akan memiliki peranan penting dalam menurunkan jumlah individu terinfeksi pada populasi.

Kata kunci: analisis kestabilan, bilangan reproduksi dasar, MERS-CoV, SEIR, simulasi numerik

ABSTRACT

BANISSA FATHIMATUZZAHRA HERNAWAN. Mathematical Model and Simulations of MERS. Supervised by PAIAN SIANTURI and ALI KUSNANTO.

Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) is an infectious disease that attacks the respiratory tract caused by the corona virus and can be transmitted through animals and humans. In this study, the MERS-CoV disease spread model will be studied by reconstructing the model, determining the fixed point, analyzing its stability, and determining the basic reproduction number. The results of the analysis obtained two fixed points, namely disease-free fixed point and endemic fixed point. Analysis of the stability of fixed point is determined by the Routh-Hurwitz criterion. Simulation results indicate that he need to minimize contact transmission of MERS-CoV disease spread, maximize isolation, and increase the effectiveness of treatment will have an important role in reducing the number of infected individuals in the population.

Keywords: analisis kestabilan, bilangan reproduksi dasar, MERS-CoV, SEIR, simulasi numerik



@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.

© 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.

MODEL MATEMATIKA DAN SIMULASI WABAH PENYAKIT MERS-COV

BANISSA FATHIMATUZZAHRA HERNAWAN

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 milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:
Prof. Dr. Jaharuddin, M.S.



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Model Matematika dan Simulasi Wabah Penyakit MERS-CoV
Nama : Banissa Fathimatuzzahra Hernawan
NIM : G5401201077

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Drs. Paian Sianturi

Pembimbing 2:

Drs. Ali Kusnanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika :

Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, M.S.

NIP 196312281989032001

Tanggal Ujian: 18 September 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. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Oktober 2024 ini ialah pemodelan matematika, dengan judul “Model Matematika dan Simulasi Wabah Penyakit MERS-CoV”. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nanan Hernawan, Ibu Lia Djulaeha, dan Fathianissa Agnifa Hernawan selaku ayah, ibu dan kakak saya yang senantiasa mendukung dan medoakan saya sepanjang hidup,
2. Dr. Drs. Paian Sianturi selaku pembimbing pertama dan Drs. Ali Kusnanto, M.Si selaku pembimbing kedua atas segala ilmu, bimbingan, motivasi, kritik maupun saran sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik,
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Matematika FMIPA IPB atas semua ilmu dan bantuannya selama perkuliahan dan proses penyelesaian karya ilmiah ini,
4. Alfath Fathan Firdaus, Rizka Dwi Andriani, dan Tazkia Nuur Hafizha selaku teman satu bimbingan penulis yang telah memberikan dukungan, semangat selama menyelesaikan tugas akhir ini,
5. Avina, Aufa, Daryl, Elfina, Fanny, Faraj, Farhan, Feby, Izza, Sapto, Syukri, dan Yohana selaku teman terdekat penulis yang telah memberikan semua bantuan, motivasi, doa, canda, tawa, dan kenangan indah selama perkuliahan,
6. Ahmad Nawawi selaku teman penulis yang selalu bersedia untuk memberikan saran dan bantuan,
7. Ardi, Naufal, Naufaldy, Husna, Desi, Fauziyyah, Baiq, Fikri, Zahran, Qodda selaku teman terdekat di Bandung yang selalu menemani penulis disaat penulis jenuh,
8. Teman-teman Internal Gumatika FMIPA IPB yang telah menjadi rumah serta membersamai penulis untuk berkembang selama perkuliahan,
9. Seluruh teman Matematika angkatan 57 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas dukungan dan doa.

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

Bogor, Desember 2024

Banissa Fathimatuazzahra Hernawan



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 Titik Tetap Sistem Persamaan Diferensial	3
2.2 Kestabilan Titik Tetap	3
2.3 Bilangan Reproduksi Dasar	4
2.4 Kriteria Routh-Hurwitz	4
2.5 Analisis Sensitivitas	5
III METODE PENELITIAN	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	7
4.1 Model Matematika	7
4.2 Penentuan Titik Tetap Model Matematika	9
4.3 Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	10
4.4 Analisis Kestabilan Titik Tetap	11
4.5 Simulasi Numerik	16
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi parameter pada diagram kompartemen penyebaran penyakit MERS	8
2	Nilai parameter yang digunakan dalam simulasi numerik	14
3	Nilai Indeks Sensitivitas	17
4	Nilai R_0 terhadap peningkatan nilai parameter γ	18
5	Nilai R_0 terhadap penurunan nilai parameter β	19
6	Nilai R_0 terhadap penurunan nilai parameter σ_1	21

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	6
2	Skema pembentukan model penyebaran penyakit MERS-COVID (diadopsi dari Al-Asouad <i>et al.</i> 2017)	7
3	Dinamika populasi individu rentan dengan variasi nilai γ	18
4	Dinamika populasi individu terinfeksi dengan variasi nilai γ	18
5	Dinamika Populasi individu rentan dengan variasi nilai β	20
6	Dinamika Populasi individu terinfeksi dengan variasi nilai β	20
7	Dinamika populasi individu rentan dengan variasi nilai σ_1	21
8	Dinamika populasi individu terinfeksi dengan variasi nilai σ_1	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Penentuan titik tetap	27
2	Penentuan bilangan reproduksi dasar	28
3	Analisis kestabilan titik tetap bebas penyakit	29
4	Analisis kestabilan titik tetap endemik	30
5	Penentuan nilai indeks sensitivitas	34
6	Simulasi numerik	36