



**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.



**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN  
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Model Epidemik SEIR dengan Pendekatan Stokastik CTMC pada Penyakit Ebola” 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, Oktober 2024

Ana Nur Fitria  
G5401201013



## ABSTRAK

ANA NUR FITRIA. Model Epidemik SEIR dengan Pendekatan Stokastik CTMC pada Penyakit Ebola. Dibimbing oleh HADI SUMARNO dan ALI KUSNANTO.

Ebola merupakan salah satu penyakit menular yang dapat mematikan akibat virus ebola dari *genus Ebolavirus, familia Filoviridae*. Penyakit ini merupakan penyakit yang perlu penanganan serius karena banyaknya kasus penyakit ebola yang berakhir kematian. Penanganan yang dilakukan adalah dengan membuat model SEIRD menggunakan pendekatan CTMC yang bertujuan untuk menjelaskan dinamika penyebaran penyakit ebola secara stokastik. Pada penelitian ini difokuskan mengenai bilangan reproduksi dasar ( $\mathcal{R}_0$ ), peluang transisi, dan peluang wabah. Jika nilai  $\mathcal{R}_0 < 1$  penyakit akan menghilang dengan peluang bebas penyakit = 1, sedangkan jika  $\mathcal{R}_0 > 1$  mengindikasikan bahwa pada kondisi ini kemungkinan akan terjadi peluang penyebaran wabah penyakit ebola. Simulasi numerik dilakukan dengan meningkatkan probabilitas penularan tiap kontak ( $b$ ) dan laju penularan antara individu rentan dan individu mati yang belum dikremasi ( $\eta_D$ ). Hasil yang didapatkan adalah semakin besar laju penyebaran, yang menyebabkan semakin banyak populasi yang terinfeksi, sehingga semakin kecil peluang terjadinya bebas penyakit ebola.

Kata kunci: ebola, model SEIRD, peluang wabah, stokastik

## ABSTRACT

ANA NUR FITRIA. SEIR Epidemic Model with CTMC Stochastic Approach to Ebola Disease. Supervised by HADI SUMARNO and ALI KUSNANTO.

Ebola is one of the infectious diseases that can be deadly due to the ebola virus from the genus Ebolavirus, family Filoviridae. This disease requires serious attention because many Ebola cases result in death. The approach taken is by developing an SEIRD model using the CTMC approach, which aims to explain the stochastic dynamics of ebola disease transmission. This study focuses on the basic reproduction number ( $\mathcal{R}_0$ ), transition probabilities, and outbreak probabilities. If the value of  $\mathcal{R}_0 < 1$ , the disease will disappear with probability = 1, whereas if  $\mathcal{R}_0 > 1$ , it indicates that there is a possibility of an ebola outbreak occurring. Numerical simulations were conducted by increasing the transmission probability per contact ( $b$ ) and the transmission rate between susceptible individuals and uncremated deceased individuals ( $\eta_D$ ). The results showed that the higher the transmission rate, the more population becomes infected, resulting in a lower probability of the ebola disease being eradicated.

Keywords: ebola, outbreak probability, SEIRD model, stochastic



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 EPIDEMIK SEIR DENGAN PENDEKATAN STOKASTIK CTMC PADA PENYAKIT EBOLA**

**ANA NUR FITRIA**

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**



Penguji pada Ujian Skripsi:  
Dr. Paian Sianturi

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



Judul Skripsi : Model Epidemik SEIR dengan Pendekatan Stokastik CTMC pada  
Penyakit Ebola  
Nama : Ana Nur Fitria  
NIM : G5401201013

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Ir. Hadi Sumarno, M. S.

---

Pembimbing 2:  
Drs. Ali Kusnanto, M.Si.

---

Diketahui oleh

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

---

IPB University  
Tanggal Ujian: 17 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. Judul karya ilmiah ini adalah Model Epidemik SEIR dengan Pendekatan Stokastik CTMC pada Penyakit Ebola. Penyusun karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, ungkapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Keluarga tercinta Ayahanda Sutarso B Kasiman, Ibunda Siti Aroh, Kakak Ahmad Sukron dan seluruh keluarga besar atas doa, dukungannya selama ini, selalu memotivasi penulis selama menjalani perkuliahan, dan selalu berada di samping penulis ketika sedang mengalami kesulitan.
2. Bapak Dr. Ir. Hadi Sumarno, M. S. selaku dosen pembimbing I, Bapak Drs. Ali Kusnanto, M.Si. selaku dosen pembimbing II dan dosen penguji yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis.
3. Seluruh dosen dan staf Departemen Matematika IPB yang telah memfasilitasi, membimbing, memberikan ilmunya selama masa studi penulis.
4. Ridwan Maulana, S.I.Kom sebagai teman dalam segala hal yang telah memberikan doa, bantuan, motivasi, dukungan selama menyelesaikan skripsi, dan selalu berada di samping penulis ketika sedang kesulitan dalam hal apapun.
5. Annisa, Syammira, Tazki, Rizka, Dita, Renda, Aqilah, Salsa, Alifia, Nazwa, Ifa dan Nilam sebagai teman dekat di matematika yang telah memberikan saran, masukan, motivasi dan bantuannya.
6. Deva, Pinky, Desi, dan Manda sebagai teman seperjuangan dari awal semester perkuliahan.
7. Ayu dan Ningrum sebagai sahabat kecil yang selalu ada disamping penulis saat suka dan duka.
8. Keluarga departemen SAINPRES BEM FMIPA 2021/2022 terkhusus kepada kak pute, ary, fio, kak mega sebagai teman solidaritas semasa menjalankan organisasi.
9. Keluarga besar Departemen Matematika 57 sebagai teman seperjuangan selama masa perkuliahan.

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

Bogor, Oktober 2024

Ana Nur Fitria



DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
<b>II LANDASAN TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 Proses Stokastik	3
2.2 Proses Markov	3
2.3 Bilangan Reproduksi Dasar dan <i>Next Generation Matrix</i>	3
2.4 Peluang Transisi dan Proses Bercabang Berganda	4
<b>III METODE</b>	<b>6</b>
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>7</b>
4.1 Formulasi Model	7
4.2 Titik Tetap Bebas Penyakit	9
4.3 Bilangan Reproduksi Dasar	9
4.4 Peluang Transisi	11
4.5 Peluang Wabah	12
4.6 Simulasi Numerik	13
<b>V SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>18</b>
5.1 Simpulan	18
5.2 Saran	18
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>18</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>21</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	<b>24</b>



1	Deskripsi variabel model	8
2	Pendefinisian parameter model	8
	Nilai parameter pada model penyakit ebola	14
	Perubahan nilai $b$ dan $\eta_D$ terhadap nilai $\mathcal{R}_0$ dan peluang bebas penyakit	15

## DAFTAR GAMBAR

1	Diagram kompartemen model ebola (digambar ulang dari Megananda <i>et al.</i> (2021))	7
2	Grafik hubungan $\mathcal{R}_0$ dan $b$ (probabilitas penularan tiap kontak)	14
3	Grafik Hubungan $\mathcal{R}_0$ dan $\eta_D$ (laju penularan antara individu rentan dan individu mati)	15
4	Dinamika populasi untuk kondisi $\mathcal{R}_0 = 0.490695$	16
5	Dinamika populasi untuk kondisi $\mathcal{R}_0 = 3.93682$	17

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Penentuan bilangan reproduksi dasar	22
2	Penentuan <i>probability generating function</i> untuk $E$ , $I$ , dan $D$	23
3	Penentuan peluang wabah	24
4	Program plot dinamika populasi kasus 1	26
5	Program plot dinamika populasi kasus 2	27