



**SOLUSI MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT  
DEMAM BERDARAH DENGUE MENGGUNAKAN  
METODE TRANSFORMASI DIFERENSIAL**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika**

**Oleh:  
RIKA MULIA  
NIM. 1911011220012**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
JUNI 2023**

# SKRIPSI

## SOLUSI MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH *DENGUE* MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI DIFERENSIAL

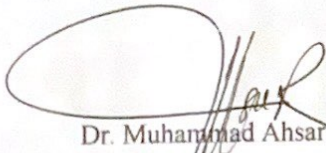
Oleh:

Rika Mulia

NIM. 1911011220012

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 26 Juni 2023.  
Susunan Dosen Penguji:

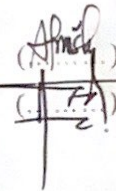
### Pembimbing I



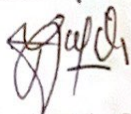
Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc.  
NIP. 198202082005011003

### Dosen Penguji:

1. Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si.
2. Pardi Affandi, S.Si., M.Sc.



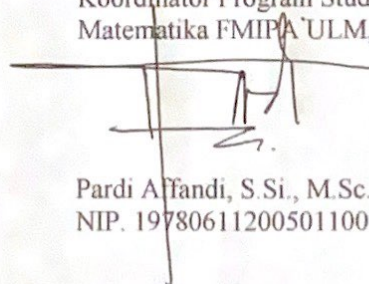
### Pembimbing II



Yuni Yulida, S.Si., M.Sc.  
NIP. 198110102005012004

Banjarbaru, Juli 2023

Koordinator Program Studi  
Matematika FMIPA ULM,



Pardi Affandi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 197806112005011001



Dekan Bidang Akademik,

Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc.  
NIP. 198202082005011003

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, Juni 2023



Rika Mulia

NIM. 1911011220012

## ABSTRAK

**SOLUSI MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH *DENGUE* MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI DIFERENSIAL** (Oleh: Rika Mulia; Pembimbing: Muhammad Ahsar Karim, Yuni Yulida, 2022, 57 halaman)

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan salah satu penyakit yang mudah menular disebabkan oleh gigitan nyamuk pembawa virus *dengue*. Penyebaran penyakit demam berdarah tidak bisa dibiarkan begitu saja, sehingga perlu adanya kontrol terhadap jumlah nyamuk dan jumlah penularan yang terjadi pada manusia agar menjadi stabil. Penyebaran penyakit DBD dapat dimodelkan menggunakan pemodelan matematika epidemiologi, yaitu model *SEIR*. Dalam penelitian ini digunakan Metode Transformasi Diferensial (MTD) sebagai salah satu alat untuk menyelesaikan persamaan diferensial biasa linear dan nonlinear. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menjelaskan pembentukan model matematika penyebaran penyakit DBD, menentukan hasil transformasi model menggunakan metode transformasi diferensial, serta menemukan solusi dari sistem persamaan dan menentukan pengaruh laju *treatment* terhadap jumlah populasi manusia. Dari penelitian ini diperoleh model matematika penyebaran penyakit DBD dengan model yang kemudian ditransformasikan menggunakan operasi-operasi pada sifat transformasi diferensial. Selanjutnya, solusi dari model penyebaran penyakit DBD diperoleh dalam bentuk invers transformasi diferensial. Berdasarkan hasil tersebut, metode transformasi diferensial hanya dapat diterapkan pada model untuk waktu yang relatif singkat dan laju *treatment* dapat mempengaruhi jumlah populasi manusia.

**Kata Kunci:** Demam Berdarah *Dengue*, Model Matematika, Metode Transformasi Diferensial.

## ABSTRACT

**MATHEMATIC MODEL SOLUTION OF THE TRANSMISSION OF DENGUE FEVER USING DIFFERENTIAL TRANSFORMATION METHOD** (By: Rika Mulia; Advisors: Muhammad Ahsar Karim, Yuni Yulida, 2022, 57 pages)

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a highly contagious disease caused by the bite of a mosquito carrying the dengue virus. The transmission of dengue fever cannot be ignored, so it is necessary to control the number of mosquitoes and the number of infections that occur in humans to be stable. The transmission of dengue fever can be modeled using epidemiological mathematical modeling, called the SEIR model. In this study, the Differential Transformation Method (DTM) is used as a tools to solve linear and nonlinear ordinary differential equations. This study aims to explain the formation of a mathematical model of the transmission of dengue disease, to determine the results of the transformation of the model using the differential transformation method, and to find the solution of the system of equations and explain the effect of the treatment rate on the number of human populations. From this research, a mathematical model of the transmission of DHF disease is obtained with a model that is then transformed using tha operations of differential transformation. Furthermore, the solution of the DHF disease spread model is obtained in the form of differential transformation inverse. Based on these results, the differential transformation method can only be applied to the model for a relatively short time and the treatment rate can affect the number of human populations.

Keywords: Dengue Hemorrhagic Fever, Mathematical Model, Differential Transformation Method.

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat, rahmat dan karunia serta izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi penulis adalah "Solusi Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Menggunakan Metode Transformasi Diferensial". Shalawat serta salam tidak lupa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi Wa Sallam. beserta para keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga akhir zaman. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika di Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, kerja sama maupun bimbingan dari berbagai pihak. Selesaiannya penulisan skripsi ini penulis persembahkan secara khusus untuk orang tua dan keluarga tercinta. Pada kesempatan ini juga penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah swt. memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
2. Bapak Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
3. Bapak Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing I dan Ibu Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing II yang telah sabar membimbing dan mendampingi dari awal sampai akhir penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Aprida Siska Lestia, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji I dan Bapak Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama masa perkuliahan.
6. Dosen-dosen pengajar program studi matematika atas bantuan dan bimbingan serta kepercayaan dan motivasi yang besar dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
7. Seluruh teman dan rekan mahasiswa matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, baik berupa masukan, saran, semangat maupun nasihat kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk dijadikan masukan demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan khususnya mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Banjarbaru, 26 Juni 2023



Rika Mulia

NIM. 1911011220012

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Persamaan Diferensial .....	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial.....	6
2.3 Deret Taylor .....	7
2.4 Metode Transformasi Diferensial .....	8
2.5 Model Epidemi.....	9
2.5.1 Model <b>SEIR</b> .....	9
2.5.2 Model <b>SEI</b> .....	10
2.6 Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	11
<b>BAB III.....</b>	<b>13</b>
<b>PROSEDUR PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
<b>BAB IV .....</b>	<b>14</b>



<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>14</b>
4.1 Pembentukan Model Matematika Demam Berdarah <i>Dengue</i> .....	14
4.1.1 Model Matematika Populasi Manusia <i>Susceptible</i> .....	17
4.1.2 Model Matematika Populasi Manusia <i>Exposed</i> .....	18
4.1.3 Model Matematika Populasi Manusia <i>Infected</i> .....	18
4.1.5 Model Matematika Populasi Vektor (nyamuk) <i>Susceptible</i> .....	19
4.1.6 Model Matematika Populasi Vektor (nyamuk) <i>Exposed</i> .....	20
4.1.7 Model Matematika Populasi Vektor (nyamuk) <i>Infected</i> .....	20
4.2 Penerapan Metode Transformasi Diferensial Pada Model Matematika Penyebaran Penyakit DBD .....	21
4.2.1 Hasil Transformasi Model Matematika Manusia <i>Susceptible</i> .....	21
4.2.2 Hasil Transformasi Model Matematika Manusia <i>Exposed</i> .....	23
4.2.3 Hasil Transformasi Model Matematika Manusia <i>Infected</i> .....	24
4.2.4 Hasil Transformasi Model Matematika Manusia <i>Recovered</i> .....	24
4.2.5 Hasil Transformasi Model Matematika Vektor <i>Susceptible</i> .....	25
4.2.6 Hasil Transformasi Model Matematika Vektor <i>Exposed</i> .....	26
4.2.7 Hasil Transformasi Model Matematika Vektor <i>Infected</i> .....	27
4.3 Simulasi Model Demam Berdarah <i>Dengue</i> untuk Memperoleh Solusi..	29
4.3.1 Tingkat <i>Treatment</i> Tinggi .....	30
4.3.2 Tingkat <i>Treatment</i> Sedang .....	35
4.3.3 Tingkat <i>Treatment</i> Rendah.....	40
4.3.4 Tidak Ada <i>Treatment</i> .....	45
<b>BAB V.....</b>	<b>52</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
<b>4.1</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.3) .....	22
<b>4.2</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.4) .....	23
<b>4.3</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.5) .....	24
<b>4.4</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.6) .....	24
<b>4.5</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.7) .....	25
<b>4.6</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.8) .....	26
<b>4.7</b> Bentuk transformasi Persamaan (4.9) .....	27
<b>4.8</b> Nilai Awal Variabel Model .....	29
<b>4.9</b> Nilai Parameter .....	29
<b>4.10</b> Nilai $s_H(u)$ , $e_H(u)$ , $i_H(u)$ , $r_H(u)$ , $s_v(u)$ , $e_v(u)$ , dan $i_v(u)$ ketika $\tau = 0,75$	30
<b>4.11</b> Nilai $s_H(u)$ , $e_H(u)$ , $i_H(u)$ , $r_H(u)$ , $s_v(u)$ , $e_v(u)$ , dan $i_v(u)$ ketika $\tau = 0,5$	35
<b>4.12</b> Nilai $s_H(u)$ , $e_H(u)$ , $i_H(u)$ , $r_H(u)$ , $s_v(u)$ , $e_v(u)$ , dan $i_v(u)$ ketika $\tau = 0,25$	40
<b>4.13</b> Nilai $s_H(u)$ , $e_H(u)$ , $i_H(u)$ , $r_H(u)$ , $s_v(u)$ , $e_v(u)$ , dan $i_v(u)$ ketika $\tau = 0$	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram Alir Model <i>SEIR</i> .....	10
2.2 Diagram Alir Model <i>SEI</i> .....	11
4.1 Skema Model Matematika Penyebaran Penyakit DBD .....	16
4.2 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi manusia pada $\tau = 0,75$ ....	33
4.3 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi vektor pada $\tau = 0,75$ .....	34
4.4 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi manusia pada $\tau = 0,5$ .....	38
4.5 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi vektor pada $\tau = 0,5$ .....	39
4.6 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi manusia pada $\tau = 0,25$ ....	43
4.7 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi vektor pada $\tau = 0,25$ .....	44
4.8 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi manusia pada $\tau = 0$ .....	48
4.9 Grafik simulasi model penyakit DBD populasi vektor pada $\tau = 0$ .....	49
4.10 Grafik Simulasi Manusia Infected dengan Beberapa Nilai Parameter Treatment .....	50
4.11 Grafik Simulasi Manusia Recovered dengan Beberapa Nilai Parameter Treatment .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>		<b>Halaman</b>
<b>1</b>	Program Maple untuk simulasi kasus 1.....	57
<b>2</b>	Program Maple untuk simulasi kasus 2.....	57
<b>3</b>	Program Maple untuk simulasi kasus 3.....	58
<b>4</b>	Program Maple untuk simulasi kasus 4.....	58
<b>5</b>	Program Maple untuk simulasi perbandingan subpopulasi <i>Infected</i> pada manusia.....	59
<b>6</b>	Program Maple untuk simulasi perbandingan subpopulasi <i>Recovered</i> pada manusia.....	59

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- $S_H(t)$  : Jumlah individu manusia yang sehat (*Susceptible*) tetapi berpotensi terkena penyakit DBD pada saat  $t$ .
- $E_H(t)$  : Jumlah individu manusia yang terpapar DBD (*Exposed*) pada saat  $t$ .
- $I_H(t)$  : Jumlah individu manusia yang terinfeksi DBD (*Infected*) pada saat  $t$ .
- $R_H(t)$  : Jumlah individu manusia yang sembuh dari infeksi DBD (*Recovered*) pada saat  $t$ .
- $S_V(t)$  : Jumlah vektor yang sehat (*Susceptible*) tetapi berpotensi terkena penyakit DBD pada saat  $t$ .
- $E_V(t)$  : Jumlah vektor yang terpapar DBD (*Exposed*) pada saat  $t$ .
- $I_V(t)$  : Jumlah vektor yang terinfeksi DBD (*Infected*) pada saat  $t$ .
- $\frac{dS_H}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi manusia sehat tetapi rentan terinfeksi (*Susceptible*) terhadap waktu.
- $\frac{dE_H}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi manusia terpapar (*Exposed*) terhadap waktu.
- $\frac{dI_H}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi manusia terinfeksi (*Infected*) terhadap waktu.
- $\frac{dR_H}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi manusia sembuh (*Recovered*) terhadap waktu.
- $\frac{dS_V}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi vektor sehat tetapi rentan terinfeksi (*Susceptible*) terhadap waktu.
- $\frac{dE_V}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi vektor terpapar (*Exposed*) terhadap waktu.
- $\frac{dI_V}{dt}$  : Perubahan jumlah subpopulasi vektor terinfeksi (*Infected*) terhadap waktu.
- $\Lambda_H$  : Jumlah kelahiran alami populasi manusia
- $\Lambda_V$  : Jumlah kelahiran alami populasi vektor (nyamuk)
- $\mu_H$  : Laju kematian alami populasi manusia
- $\mu_V$  : Laju kematian alami populasi vektor (nyamuk)

- $\beta_{VH}$  : Laju kontak populasi vektor (nyamuk) terhadap populasi manusia  
 $\beta_{HV}$  : Laju kontak populasi manusia terhadap populasi vektor (nyamuk)  
 $\eta_V$  : Proporsi infektivitas dari vektor (nyamuk) terpapar pada manusia sehat  
 $\eta_A$  : Proporsi infektivitas dari manusia terpapar pada vektor (nyamuk) sehat  
 $\eta_B$  : Proporsi infektivitas dari manusia terinfeksi pada vektor (nyamuk) sehat  
 $\tau_H$  : Laju pemberian *treatment* individu yang terinfeksi demam berdarah *dengue*  
 $\gamma_H$  : Laju aktivasi virus demam berdarah *dengue* pada manusia  
 $\gamma_V$  : Laju aktivasi virus demam berdarah *dengue* pada vektor (nyamuk)  
 $\theta_{VH}$  : Laju kematian manusia akibat terkena penyakit demam berdarah *dengue*  
 $\theta_{HV}$  : Laju kematian vektor akibat terkena penyakit demam berdarah *dengue*  
 DBD : Demam Berdarah *Dengue*  
 DHF : Dengue Hemorrhagic Fever  
 SEIR : *Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*  
 MTD : Metode Transformasi Diferensial  
 DTM : *Differential Transformation Method*