



**MODEL MATEMATIKA VIRUS DENGUE DENGAN INFEKSI PRIMER
DAN SEKUNDER**

SKRIPSI

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

Oleh:

MIFTAH HADIYANNOOR

NIM. 1911011210011

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

MODEL MATEMATIKA VIRUS DENGUE DENGAN INFEKSI PRIMER DAN SEKUNDER

Oleh:

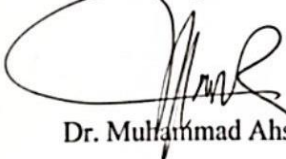
Miftah Hadiyannoor

NIM. 1911011210011

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 30 November 2023.

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



Dr. Muhammad Ahsar K., S.Si., M.Sc.

NIP. 198202082005011003

Dosen Penguji:

1. Yuni Yulida, S.Si., M.Sc.

2. Drs. Faisal, M.Si.



Banjarbaru, 13 Maret 2024



Koordinator Program Studi
MIPA ULM
Alfandi, S.Si., M.Sc.
NIP. 197806112005011001

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, 13 Maret 2024



Miftah Hadiyannoor
NIM 1911011210011

ABSTRAK

MODEL MATEMATIKA VIRUS DENGUE DENGAN INFEKSI PRIMER DAN SEKUNDER (Oleh: Miftah Hadiyannoor; Pembimbing: Muhammad Ahsar Karim; 2023)

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang ditularkan melalui vektor yang ditularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk dari *Genus Aedes*, khususnya *Aedes aegypti*. Model matematika dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai penyederhanaan atau abstraksi untuk masalah DBD ke dalam bentuk matematis, yaitu mengkonversi masalah DBD ke dalam pemodelan matematika. Dalam penelitian ini digunakan model SIR klasik yang dimodifikasi menjadi model SEIR untuk manusia dan model SEI untuk nyamuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan terbentuknya model matematika virus dengue dengan infeksi primer dan sekunder, menentukan titik ekuilibrium, menentukan nilai Bilangan Reproduksi Dasar, menganalisa kestabilan model, dan melakukan simulasi numerik. Penelitian ini menggunakan beberapa metode diantaranya metode *Next Generation Matrix* untuk menentukan Bilangan Reproduksi Dasar, metode linearisasi, Kriteria Routh-Hurwitz untuk menganalisa kestabilan dan metode Runge Kutta Orde Empat. Hasil penelitian ini adalah untuk menjelaskan terbentuknya model matematika virus dengue dengan infeksi primer dan sekunder, berdasarkan model yang terbentuk diperoleh dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik, kemudian diperoleh Bilangan Reproduksi Dasar yang akan digunakan pada simulasi. Selanjutnya diperoleh analisis kestabilan dititik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik stabil asimtotik lokal dengan syarat tertentu. Simulasi numerik yang disajikan untuk mendukung analisis kestabilan dititik ekuilibrium bebas penyakit dan titik endemik.

Kata Kunci: Pemodelan Matematika, Model Epidemik SIR, Penyakit Dengue, Analisis Kestabilan

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODEL OF DENGUE VIRUS WITH PRIMARY AND SECONDARY INFECTION (By: Miftah Hadiyannoor; Advisor: Muhammad Ahsar Karim; 2023)

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a vector-borne disease that is transmitted to humans through the bite of mosquitoes from the Genus *Aedes*, especially *Aedes aegypti*. The mathematical model in this research can be used as a simplification or abstraction for dengue fever problems into mathematical form, namely converting dengue fever problems into mathematical modeling. In this research, the classical SIR model was used which was modified into a SEIR model for humans and a SEI model for mosquitoes. The aim of this research is to explain the formation of a mathematical model for the dengue virus with primary and secondary infections, determine the equilibrium point, determine the value of the Basic Reproduction Number, analyze the stability of the model, and carry out numerical simulations. This research uses several methods including the Next Generation Matrix method to determine the Basic Reproduction Number, the linearization method, the Routh-Hurwitz Criterion to analyze stability and the Fourth Order Runge Kutta method. The results of this research are to explain the formation of a mathematical model for the dengue virus with primary and secondary infections. Based on the model formed, two equilibrium points are obtained, namely the disease-free equilibrium point and the endemic equilibrium point, then the Basic Reproduction Number is obtained which will be used in the simulation. Next, we obtain a stability analysis at the disease-free equilibrium point and the locally asymptotically stable endemic equilibrium point under certain conditions. Numerical simulations are presented to support the stability analysis at the disease-free equilibrium point and the endemic point.

Keywords: Mathematical Model, SIR Epidemic Model, Dengue Disease, Stability Analysis.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *subhanahu wa ta'ala*, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, karunia, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Model Matematika Virus Dengue dengan Infeksi Primer dan Sekunder**”. Tidak lupa juga selawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad *sallallahu alaihi wasallam* beserta para keluarga, sahabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika di Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam pembahasan materi. Selain itu, proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, maupun bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Gafur, M.Si, M.Sc, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, sekaligus dosen penasihat akademik penulis yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingannya selama perkuliahan.
3. Bapak Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. dan Bapak Drs. Faisal, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran sehingga skripsi ini menjadi semakin baik.
5. Seluruh dosen pengajar/staf Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat atas ilmu, arahan, dan bantuannya baik selama masa perkuliahan maupun penyusunan skripsi ini.

6. Keluarga terutama orang tua, yaitu Bapak H.Taufiequrachman dan ibu Hj. Latifah Ani, atas dukungan baik secara moral maupun materi yang membuat penulis terus belajar dan menyelesaikan skripsi dengan baik.
7. Teman-teman Angkatan 2019 yang telah menjadi teman seperjuangan selama perkuliahan, memberikan kenangan, kesenangan, canda tawa, tempat curhat, serta motivasi saran dalam penulisan skripsi, memberikan dukungan dan semangat selama berkuliah di Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

Skripsi ini telah diupayakan agar tersaji dengan baik. Namun, karena keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, ada kemungkinan masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan masukan demi kesempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.

Banjarbaru, 13 Maret 2024



Miftah Hadiyannoor
NIM 1911011210011

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

S_h	: Jumlah populasi manusia yang rentan
E_h	: Jumlah populasi manusia yang terekspos (terinfeksi tetapi belum menularkan virus dengue)
I_{h1}	: Jumlah manusia yang terinfeksi Demam Dengue
I_{h2}	: Jumlah manusia yang terinfeksi Demam Berdarah Dengue
R_h	: Jumlah manusia yang sembuh
S_{vv}	: Jumlah populasi nyamuk yang rentan
E_{vv}	: Jumlah populasi nyamuk yang terekspos (terinfeksi tetapi belum menularkan virus dengue)
I_{vv}	: Jumlah nyamuk yang terinfeksi
μ_{hh}	: Tingkat kelahiran populasi manusia
δ_{hh}	: Tingkat kematian populasi manusia
N_T	: Total populasi manusia
γ_{hh}	: Peluang laju penularan Virus Dengue dari nyamuk ke manusia
$\frac{1}{IP}$: Tingkat inkubasi Virus Dengue pada populasi manusia
γ_1	: Tingkat penyembuhan kasus Demam Dengue
γ_2	: Tingkat penyembuhan kasus Demam Berdarah Dengue
γ_{vv}	: Peluang laju penularan Virus Dengue dari manusia ke nyamuk
α	: Tingkat perubahan dari kasus Demam berdarah ke Demam berdarah dengue
μ_{vv}	: Tingkat kelahiran populasi nyamuk
N_v	: Total populasi nyamuk
δ_{vv}	: Tingkat kematian populasi nyamuk
$\frac{1}{EP}$: Tingkat inkubasi Virus Dengue pada populasi nyamuk

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Persamaan Diferensial	5
2.2 Sistem Persamaan Diferensial.....	6
2.3 Model SIR Klasik	8
2.4 Titik Ekuilibrium.....	9
2.5 Analisis kestabilan.....	9
2.6 Metode Runge-Kutta Orde Empat.....	16
2.7 Mekanisme Penularan.....	17
2.8 Infeksi Primer dan Infeksi Sekunder	18
BAB III PROSEDUR PENELITIAN.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Pembentukan Model Matematika Demam Berdarah dengan Infeksi Primer dan Sekunder.....	21
4.2 Kestabilan Lokal pada Model Matematika Demam Berdarah Dengue dengan Pengaruh Infeksi Primer dan Sekunder	47

4.3 Simulasi Model Matematika untuk penyakit DBD	68
BAB V PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA.....	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4. 1 Parameter yang digunakan untuk simulasi titik E_0	68
Tabel 4. 2 Nilai Awal yang Digunakan untuk Simulasi Titik E_0	68
Tabel 4. 3 Solusi Numerik Persamaan (4.63) Dititik Ekuilibrium Bebas Penyakit	78
Tabel 4. 4 Parameter yang digunakan untuk simulasi titik E^*	80
Tabel 4. 5 Nilai awal yang digunakan untuk simulasi titik E^*	80
Tabel 4. 6 Solusi Numerik Persamaan (4.64) dititik Ekuilibrium Endemik (E^*) .	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Diagram Alir Model SIR Kermack-McKendrick	8
Gambar 4. 1 Alur Model Matematika Demam Berdarah dengan Infeksi Primer dan Sekunder	24
Gambar 4. 3 Kurva Solusi Model Bebas Penyakit	78
Gambar 4. 4 Solusi Model Endemik	90