



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**ANALISIS PEMODELAN PENYAKIT HEPATITIS B
MENGUNAKAN METODE SVEIR**

AGNES GLORY EMANUELA HUTAGAOL 320210302002

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI MATEMATIKA
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Agnes Glory Emanuela Hutagaol
NIM : 320210302002
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Analisis Pemodelan Penyakit Hepatitis B
Menggunakan Metode SVEIR

Dosen Pembimbing I,



Vina Lusiana, S.Pd., M.Si.

PPPK

NIP. 198301302024212005

Tanggal

Dosen Pembimbing II,



Muhammad Syazali, M.Si.

Penata III/c

NIP.198611212022031001

Tanggal.....

Mengetahui,

Kepala
Program Studi Matematika,

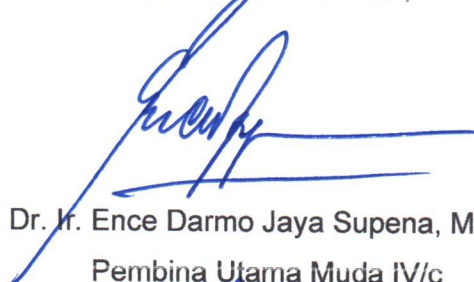


Djoko Heksa Purnomo, S. Si., M. Si.

Kolonei Laut (KH) NRP. 14628/P

Tanggal.....

Dekan
Fakultas MIPA Militer,



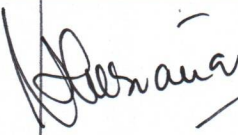
Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M. Si.

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal 12/8-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Agnes Glory Emanuela Hutagaol
NIM : 320210302002
Program Studi : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Analisis Pemodelan Penyakit Hepatitis B
Menggunakan Metode SVEIR

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Vina Lusiana, S.Pd., M.Si. PPPK NIP. 198301302024212005		21/07/2025
2	Dosen Pembimbing II: Muhammad Syazali, M.Si Penata III/c NIP. 198611212022031001		21/07/2025
3	Dosen Penguji I: Dr. Ro'fah Nur Rachmawati, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b NIP. 198612152022032002		21/07/2025
4	Dosen Penguji II: Diah Prastiwi, M.Si. PPPK NIP. 198710122024212008		21/07/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau sebagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab, atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 23 Juli 2025



Agnes Glory Emanuela Hutagaol

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agnes Glory Emanuela Hutagaol
NIM : 320210302002
Program Studi : Sarjana Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Pemodelan Penyakit Hepatitis B Menggunakan Metode SVEIIR

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bogor
Pada Tanggal : 23 Juli 2025

Yang menyatakan



Agnes Glory Emanuela Hutagaol
NIM. 320210302002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Analisis Pemodelan Penyakit Hepatitis B Menggunakan Metode SVEIIR” sebagai salah satu syarat dalam penyusunan skripsi pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kolonel Laut (KH) Djoko Heksa Purnomo, S.Si., M.Si., selaku Kepala Program Studi Matematika Militer, yang telah memberikan izin, dukungan, serta fasilitas dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Vina Lusiana, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, selaku pembimbing pertama, yang dengan tulus telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan mengarahkan membimbing, serta memotivasi penulis selama menyusun skripsi ini.
3. Bapak Muhamad Syazali, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan masukan, saran, dan bimbingan dalam menyempurnakan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff dilingkungan prodi matematika yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya.
5. Kedua orang tua tercinta, Liber Efendi Hutagaol dan Verawaty Panggabean, atas cinta, doa, dan segala dukungan dalam setiap langkah penulis. Serta adik saya tercinta, Serafim Rafael Hutagaol, yang selalu menjadi penyemangat dan sumber keceriaan bagi penulis.
6. Reka saya Yosephine Nisa Pulalo yang selalu memberi semangat kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Rekan seperjuangan dan keluarga asuh saya Sadiyahana Yaqutna dan Diva Hardiestya, yang selalu bersama saat suka maupun duka dalam usaha belajar, memahami tentang metode dalam penyusunan skripsi hingga akhir.

8. Rekan-rekan Prodi Matematika, atas kebersamaan, semangat, dan dorongan selama proses belajar hingga penyusunan skripsi ini.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan dan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik, dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya, terutama dalam matematika dan kedokteran.

Bogor, 1 Juli 2025

Agnes Glory Emanuela Hutagaol



ABSTRAK

ANALISIS PEMODELAN PENYAKIT HEPATITIS B MENGGUNAKAN METODE SVEIIR

Infeksi Virus Hepatitis B (VHB) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang signifikan sehingga membutuhkan analisis berbasis matematis untuk mengkajinya. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model penyebaran Hepatitis B menggunakan pendekatan matematika SVEIIR (*Susceptible, Vaccinated, Exposed, Infected Acute, Infected Chronic, Recovered*), serta menentukan titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik. Titik ekuilibrium bebas penyakit terjadi saat bilangan reproduksi dasar $R_0 < 1$, sedangkan ekuilibrium endemik terjadi saat $R_0 > 1$. Berdasarkan metode *Next Generation Matrix* (NGM), diperoleh bahwa $R_0 = 1,99$, sehingga penyebaran Hepatitis B bersifat endemik. Penelitian ini menunjukkan sensitivitas parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian terhadap R_0 . Berdasarkan hasil grafik simulasi analisis sensitivitas, diketahui parameter yang paling berpengaruh pada R_0 adalah θ, β, c_1, c_2 . Penelitian ini menekankan pentingnya deteksi dini dan intervensi medis untuk mengendalikan penyebaran Hepatitis B dan mencegah komplikasi jangka panjang.

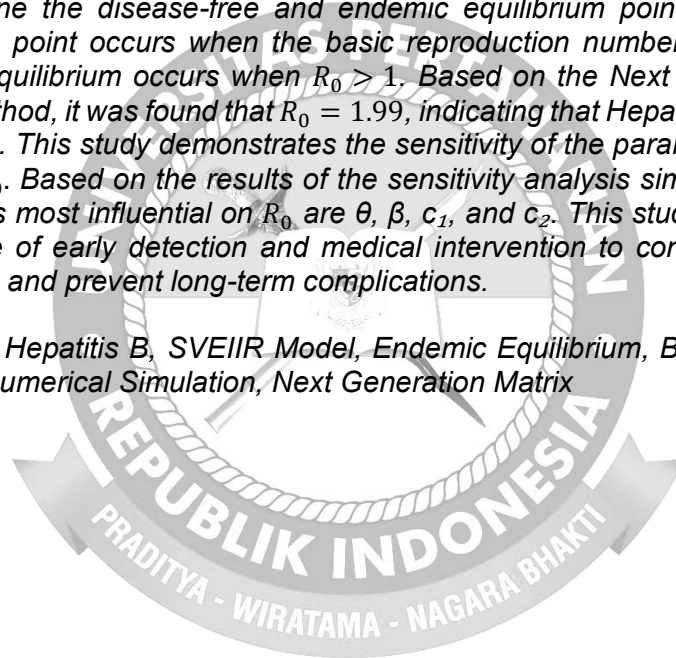
Kata Kunci: Hepatitis B, Model SVEIIR, Ekuilibrium Endemik, Bilangan Reproduksi Dasar, Simulasi Numerik, *Next Generation Matrix*

ABSTRACT

HEPATITIS B DISEASE MODELING ANALYSIS USING SVEIIR METHODE

Hepatitis B virus (HBV) infection is one of the significant global health problems that requires mathematical-based analysis to study it. This study aims to build a model of Hepatitis B spread using the SVEIIR (Susceptible, Vaccinated, Exposed, Infected Acute, Infected Chronic, Recovered) mathematical approach, as well as to determine the disease-free and endemic equilibrium points. A disease-free equilibrium point occurs when the basic reproduction number $R_0 < 1$, while an endemic equilibrium occurs when $R_0 > 1$. Based on the Next Generation Matrix (NGM) method, it was found that $R_0 = 1.99$, indicating that Hepatitis B transmission is endemic. This study demonstrates the sensitivity of the parameters used in the study to R_0 . Based on the results of the sensitivity analysis simulation graph, the parameters most influential on R_0 are θ , β , c_1 , and c_2 . This study emphasizes the importance of early detection and medical intervention to control the spread of Hepatitis B and prevent long-term complications.

Keywords: Hepatitis B, SVEIIR Model, Endemic Equilibrium, Basic Reproduction Number, Numerical Simulation, Next Generation Matrix



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Epidemiologi	7
2.1.2 Bilangan Reproduksi Dasar.....	8
2.1. 3 Titik Keseimbangan	10
2.1.4 Stabilitas Titik Keseimbangan	11
2.1.5 Matriks Jacobian.....	11
2.1.6 Hepatitis B	12
2.2 Penelitian Terdahulu	13
2.3 Kerangka Pemikiran.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metode dan Desain Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan.....	21
3.4 Parameter Penelitian.....	22
3.5 Prosedur Penelitian	23

3.6 Metode Analisis	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Asumsi Model	28
4.2 Rancangan Model	29
4.3 Titik Keseimbangan	33
4.3.1 Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit	33
4.3.2 Titik Ekuilibrium Endemik	34
4.4 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit (DFE)	35
4.5 Bilangan Reproduksi Dasar	37
4.6 Simulasi Numerik	38
4.7 Analisis Sensitivitas	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	59



DAFTAR SINGKATAN

VHB	: Virus Hepatitis B
HCC	: <i>Hepatocellular Carcinoma</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
ODE	: <i>Ordinary Differential Equation</i>
PDE	: <i>Partial Differential Equation</i>



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Hasil Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3. 1. Rencana Pelaksanaan Penelitian	20
Tabel 3. 2. Tabel Spesifikasi Minimum Komputer	22
Tabel 3. 3. Variabel/Parameter Penelitian	22
Tabel 4. 1 . Nilai Parameter Penelitian	40
Tabel 4. 2 . Indeks Sensitivitas Parameter terhadap R_0	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Diagram Kerangka Pemikiran	18
Gambar 3. 1. Diagram Prodesur Penelitian	24
Gambar 4. 1. Diagram Model Penyebaran Penyakit Hepatitis B	29
Gambar 4. 2. Simulasi Pengaruh Parameter β untuk Populasi <i>E</i>	42
Gambar 4. 3. Simulasi Pengaruh Parameter β untuk Populasi <i>Infected Acute</i>	43
Gambar 4. 4. Simulasi Pengaruh Parameter θ untuk Populasi <i>Exposed</i> 44	
Gambar 4. 5. Simulasi Pengaruh Parameter θ untuk Populasi <i>Vaccinated</i>	45
Gambar 4. 6. Simulasi Pengaruh Parameter θ untuk Populasi <i>Infected</i>	46
Gambar 4. 7. Simulasi Pengaruh Parameter β terhadap R_0	48
Gambar 4. 8. Simulasi Pengaruh Parameter θ terhadap R_0	49
Gambar 4.9. Simulasi Pengaruh Parameter ω terhadap R_0	50
Gambar 4. 10. Simulasi Pengaruh Parameter c_1 terhadap R_0	51
Gambar 4. 11. Simulasi Pengaruh Parameter σ terhadap R_0	52
Gambar 4. 12. Simulasi Pengaruh Parameter ε terhadap R_0	53
Gambar 4. 13. Simulasi Pengaruh Parameter c_2 terhadap R_0	54