

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS KESTABILAN PADA MODEL SEIIR_TRS_P
PENYEBARAN PENYAKIT DIABETES MELLITUS (DM)
DENGAN PENGARUH FAKTOR GENETIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika

oleh:

ANNISA AMANDA PUTRI

12050427278



UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KESTABILAN PADA MODEL SEI_{TRSP} PENYEBARAN PENYAKIT DIABETES MELLITUS (DM) DENGAN PENGARUH FAKTOR GENETIK

TUGAS AKHIR

oleh:

ANNISA AMANDA PUTRI
12050427278

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Juni 2024

Ketua Program Studi

Wartono, M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003

Pembimbing

Mohammad Soleh, M.Sc.
NIP. 19751231200910 1 052



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN PADA MODEL SEI_TRS_P PENYEBARAN PENYAKIT DIABETES MELLITUS (DM) DENGAN PENGARUH FAKTOR GENETIK

TUGAS AKHIR

oleh:

ANNISA AMANDA PUTRI
12050427278

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 13 Juni 2024

Pekanbaru, 13 Juni 2024
Mengesahkan

Ketua Program Studi

Wartono, M.Sc.
NIP. 19730818 200604 1 003



Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

DEWAN PENGUJI

Ketua : Corry Corazon Marzuki, M.Si.

Sekretaris : Mohammad Soleh, M.Sc.

Anggota I : Irma Suryani, M.Sc.

Anggota II : Wartono, M.Sc.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi perpustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir 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.

Pekanbaru, 13 Juni 2024
Yang membuat pernyataan,



ANNISA AMANDA PUTRI
12050427278

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



LEMBAR PERSEMBAHAN

Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga” (HR. Muslim)

Alhamdulillahirabbil’alamin, puji syukur yang tiada hentinya kepada Allah Subhanahu wata’ala atas nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu ‘Alaihi Wassalam.

Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada Nenek (Sunarti) dan Kakek (Zulkifli) yang telah membesarkan dan mendidiku dengan penuh kasih sayang. Doa dan harapan yang selalu mengiringi perjalananku hingga saat ini untuk menggapai cita-cita.

Ucapan terimakasih kepada Mama (Rahma Yulia) dan Papa (Almasrizal) yang telah memberikan arti sebuah kehidupan dalam hidupku dan memberikan pelajaran yang sangat berharga, serta kepada kedua adikku Ahmad Bintang Ashiddiqie dan Azzahira Mikayla Maharani yang telah banyak membantuku.

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantuku dalam menyelesaikan perkuliahan ini, membantuku untuk keluar dari segala kesulitan serta memotivasiku untuk tetap terus maju.

Dengan penuh haru dan segala kerendahan hati kupersembahkan gelar sarjanaku kepada keluargaku yang telah memberikan cinta kasih yang tiada hentinya.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS KESTABILAN PADA MODEL $SEIITRS_P$ PENYEBARAN PENYAKIT DIABETES MELLITUS (DM) DENGAN PENGARUH FAKTOR GENETIK

ANNISA AMANDA PUTRI
NIM : 12050427278

Tanggal Sidang : 13 Juni 2024
Tanggal Wisuda :

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Tugas Akhir ini membahas kestabilan penyakit Diabetes Mellitus dengan menggunakan model $SEIITRS_P$ dengan adanya pengaruh faktor genetik. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah model dari $SEIITRS_P$ terhadap penyebaran penyakit Diabetes Mellitus dengan pengaruh faktor genetik yang kemudian ditentukan titik ekuilibrium dan kestabilan model, kestabilan model ditentukan dengan nilai eigen dan simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB. Dari model diperoleh titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik penyakit akan stabil asimtotik jika semua nilai eigennya bernilai negatif. Selanjutnya, dilakukan simulasi penyebaran penyakit Diabetes Mellitus dan diperoleh bahwa titik ekuilibrium bebas penyakit tidak stabil dan titik ekuilibrium endemik penyakit stabil asimtotik.

Kata Kunci : Analisis kestabilan, Diabetes Mellitus, $SEIITRS_P$.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

STABILITY ANALYSIS OF THE $SEI_{T}RS_{P}$ MODEL FOR THE SPREAD OF DIABETES MELLITUS (DM) DISEASE WITH THE INFLUENCE OF GENETIC FACTORS

ANNISA AMANDA PUTRI
NIM : 12050427278

Date of Final Exam : June, 13th 2024
Date of Graduation :

Department of Mathematics
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru - Indonesia

ABSTRACT

This final project discusses the stability of Diabetes Mellitus disease using the $SEI_{T}RS_{P}$ model with the influence of genetic factors. The problem discussed in this research is the $SEI_{T}RS_{P}$ model for the spread of Diabetes Mellitus, considering the influence of genetic factors. The equilibrium points and stability of the model are determined, with stability assessed using eigenvalues. Simulations are conducted using MATLAB software. From the model, equilibrium points of disease-free and endemic disease are obtained, and it is found that the endemic equilibrium point is asymptotically stable if eigenvalues are negative. Subsequently, disease spread simulations reveal that the disease-free equilibrium point is unstable while the endemic equilibrium point is asymptotically stable.

Keywords : *Stability analysis, Diabetes Mellitus. $SEI_{T}RS_{P}$.*

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kestabilan pada Model SEIRSP Penyebaran Penyakit Diabetes Mellitus (DM) dengan Pengaruh Faktor Genetik”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Serta tak lupa pula penulis haturkan shalawat beriringan salam kepada jujungan alam yakni Nabi Muhammad *Shalallahu 'Alaihi Wassalam* yang telah membawa dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh iu pengetahuan dan teknologi. Selanjutnya dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga untuk semua pihak yang telah membantu menyusun tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan hati tulus ikhlas penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Hartono, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Wartono, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Nilwan Andiraja, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Rahmadeni, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan.
6. Bapak Mohammad Soleh, M.Sc., selaku Pembimbing Tugas Akhir penulis yang selalu ada dan memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.



- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Ibu Irma Suryani, M.Sc., dan Bapak Wartono, M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
9. Konsultan, keponakan, sekaligus abang penulis Arif Namousy Salim, S.Psi., yang telah ikut serta membantu dan memotivasi penulis dari awal penulisan sampai dengan selesainya Tugas Akhir ini.
10. Teman KATOKAMA (Atul, Aulia, Aly, Anes, Dani, Mamad, Jamal), Pencari Holkay (Kacang, Rara, Cica, Devi, Tary), CCT (Changi dan Tary), Lathifa, Silvia, Widya AP.
11. Teman masa perkuliahan Cici, Pia, Lila, Nisa, Sartika, Risa, Diana, Melka, Lesti, Nadira, Riri, Rifa, dan teman satu bimbingan Tari, Amel, Putti.
12. Teman KKN Desa Koto Benai yang telah memberikan semangat kepada penulis.
13. Seluruh teman Matematika angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat ditulis satu persatu.
- Tugas Akhir ini telah disusun semaksimal mungkin oleh penulis. Namun, tidak tertutup kemungkinan adanya kesalahan dan kekurangan dalam penulisan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak masih sangat diharapkan oleh penulis demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pekanbaru, 13 Juni 2024

Annisa Amanda Putri
12050427278



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Persamaan Diferensial	5
2.2 Titik Ekuilibrium	6
2.3 Analisis Kestabilan	7
2.4 Model SEI _T R	8
2.5 Model S _P I _P TGSI.....	9
BAB III METODE PENELITIAN	12
BAB IV PEMBAHASAN	13

**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.1 Model Matematika SEI _I RS _P Penyebaran Penyakit DM dengan Pengaruh Faktor Genetik	13
4.1.1 Pembentukan Model SEI _I RS _P	13
4.2 Titik Ekuilibrium	15
4.2.1 Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit.....	16
4.2.2 Titik Ekuilibrium Endemik Penyakit.....	16
4.3 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium.....	18
4.3.1 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit	20
4.3.2 Analisis Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Penyakit..	22
4.4 Simulasi	24
BAB V PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model SEIITR.....	8
Gambar 2. 2 Model S _P IP _T GSI.....	10
Gambar 4. 1 Model SEIITRS _P	15
Gambar 4. 2 Grafik subpopulasi $S(t)$	27
Gambar 4. 3 Grafik subpopulasi $E(t)$	28
Gambar 4. 4 Grafik subpopulasi $I(t)$	28
Gambar 4. 5 Grafik subpopulasi $I_T(t)$	28
Gambar 4. 6 Grafik subpopulasi $R(t)$	29
Gambar 4. 7 Grafik subpopulasi $S_P(t)$	29

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

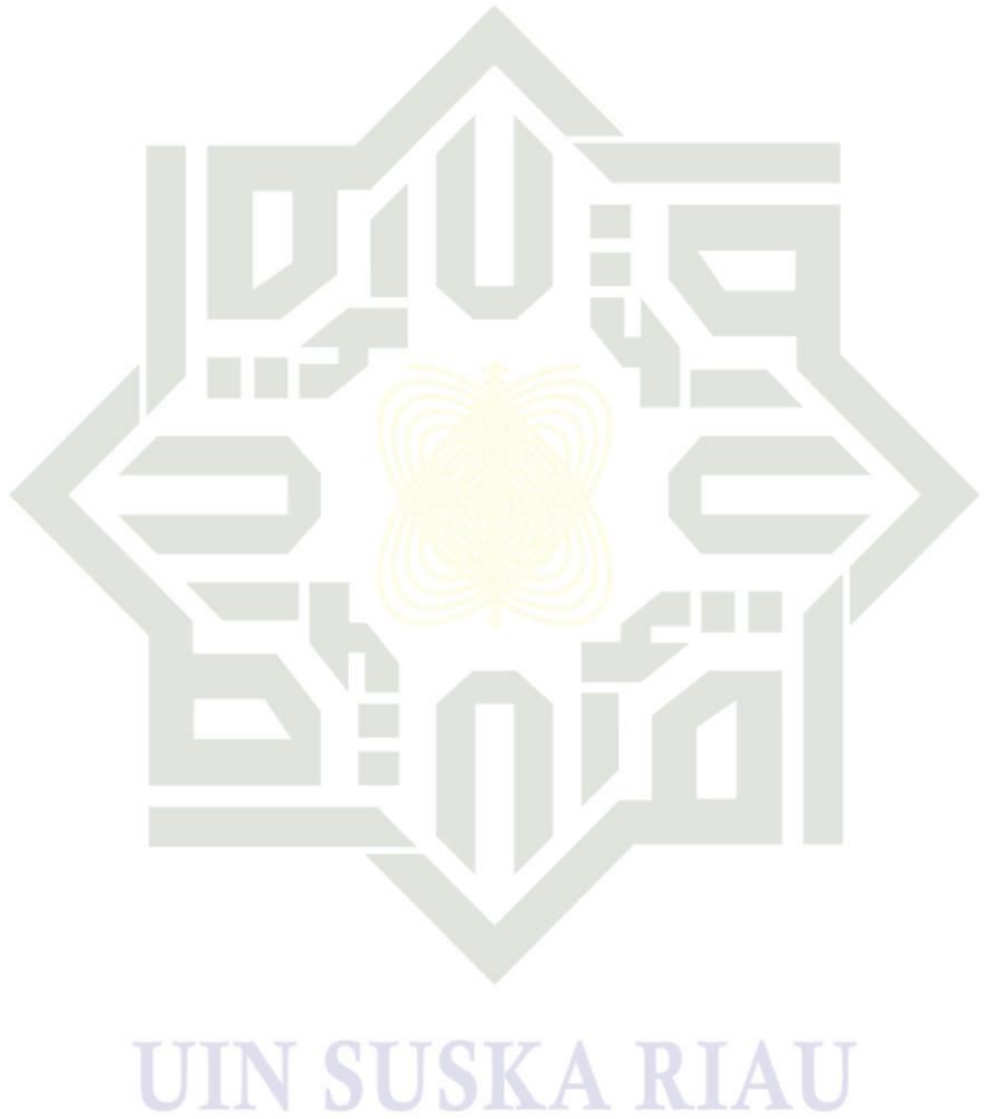
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

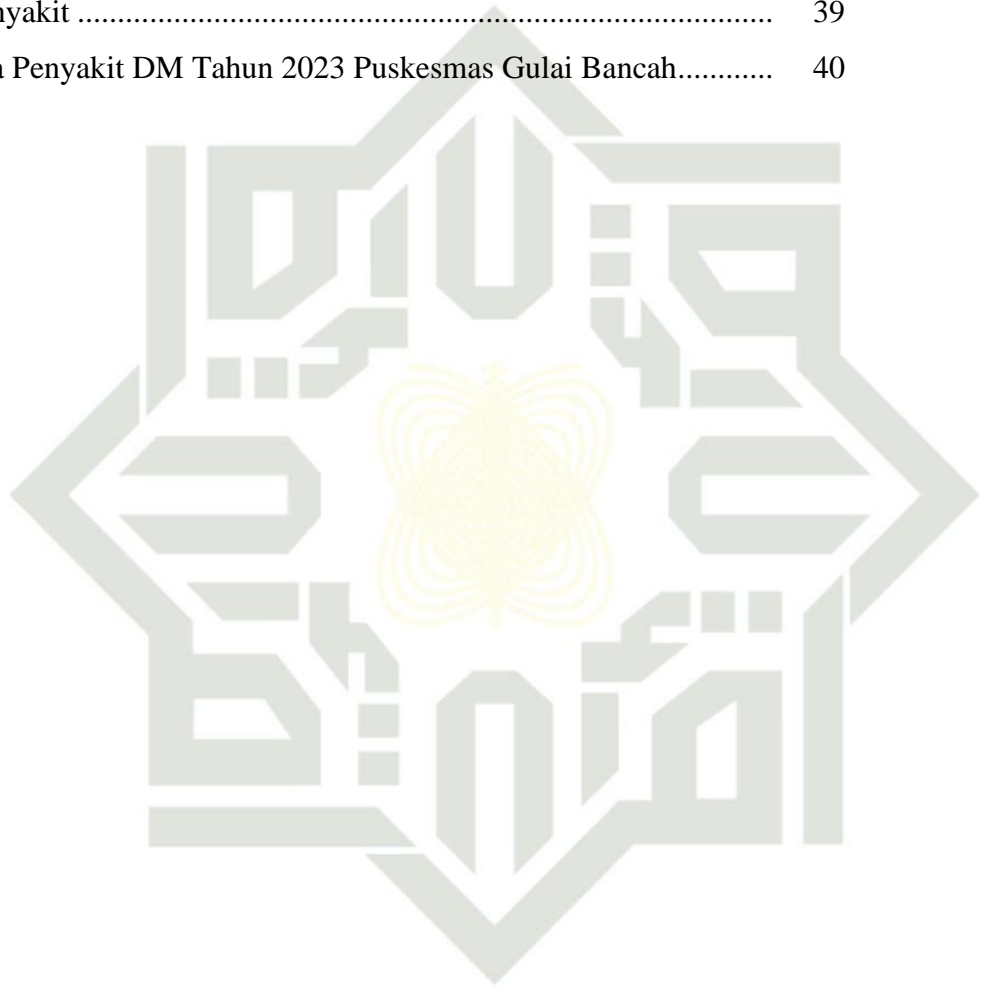
DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Penyakit DM Tahun 2023	24
Tabel 4. 2 Nilai Parameter penyakit DM	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program MATLAB Kestabilan Titik Ekulibrium	36
Lampiran 2 Program MATLAB Perubahan Grafik Populasi	37
Lampiran 3 Program MATLAB Simulasi Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit	39
Lampiran 4 Data Penyakit DM Tahun 2023 Puskesmas Gulai Bancah.....	40



UIN SUSKA RIAU

- 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 UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Mellitus (DM) adalah kondisi kesehatan yang dicirikan oleh tingginya kadar glukosa melebihi ambang normal yaitu 200mg/dl. DM dapat menyebabkan komplikasi, karena DM dapat menyerang beberapa sistem tubuh manusia dari kulit hingga jantung. Pada tahun 2013, menurut data laporan WHO (*World Health Organization*) menunjukkan hanya 50% pasien yang mematuhi pengobatan yang telah diberikan. DM yang tidak terkontrol menimbulkan komplikasi yang memengaruhi kualitas hidup dan perekonomian [1].

Menurut [2], berdasarkan penjelasan dari data WHO proyeksi tahun 2030 menunjukkan bahwa jumlah penderita penyakit DM akan meningkat dua kali lebih banyak dibandingkan tahun sebelumnya. Pada tahun 2000, tercatat sebanyak 171 juta penderita DM di seluruh dunia, yang diproyeksikan akan bertambah menjadi 366 juta pada tahun 2030. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI juga menyampaikan bahwa perkiraan terbaru IDF (*International Diabetes Federation*) pada tahun 2035 mencapai 592 juta yang hidup sebagai penderita DM di seluruh dunia. Indonesia menempati peringkat keempat dalam jumlah penderita DM setelah Amerika Serikat, China dan India. Selain itu, diperkirakan jumlah penderita DM pada tahun 2030 akan meningkat sebanyak dua hingga beberapa kali lipat dibandingkan dengan tahun 2000.

Prevelensi diabetes di Indonesia berdasarkan data Riskesdas pada tahun 2018 lebih dari satu juta pasien yang didiagnosis medis di seluruh provinsi. Jumlah terbanyak di provinsi Jawa Barat yaitu 186.809, disusul dengan provinsi Jawa Timur yaitu 151.878 dan provinsi terendah yaitu Kalimantan Utara yaitu 2.733 [3]. Berdasarkan Kemenkes RI 2014 menyatakan bahwa prevelensi DM di Provinsi Riau sebanyak 49.285 atau sekitar 1,2%. Menurut Dinkes Kota Pekanbaru tahun 2018 menyatakan bahwa penyakit DM menempati posisi ketiga dari sepuluh penyakit terbesar dengan prevelensi pada tahun 2017 sebesar 11.329 orang [4].



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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Beberapa penelitian tentang penyebaran penyakit DM, melibatkan model SEI_{IT} dengan metode *Hamming-RK4* seperti yang dilakukan oleh Wahyudin, dkk [5]. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Hamming-RK4* adalah salah satu pendekatan yang sangat efektif dalam mencari solusi numerik untuk model epidemik SEI_{IT} . Penelitian selanjutnya oleh Karlina, dkk [6] dengan menggunakan model $S_{pI}IGSI$ dengan menambahkan adanya faktor genetik dan informasi edukasi mengenai DM sebagai pendukung pengobatan. Hasil penelitian ini menyarankan bahwa peningkatan informasi dan edukasi tentang gaya hidup sehat dapat berkontribusi pada pengurangan jumlah penderita DM.

Penelitian selanjutnya oleh Abraham [7] dengan menggunakan model SEI dan dengan penambahan faktor genetik menghasilkan model matematika untuk penyebaran penyakit DM yang memasukkan insulin dan titik ekuilibrium dari model matematika SEI. Sementara itu, penelitian oleh Asmaidi, dkk [8] dengan menggunakan model SEIR dan dengan penambahan perawatan insulin. Hasil penelitian menunjukkan adanya dua titik tetap, yakni titik tetap tanpa penyakit dan titik tetap endemik. Simulasi menunjukkan penurunan laju kontak populasi yang rentan terhadap yang terpapar, memberikan kontribusi pada pengendalian penyebaran penyakit DM.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Nur Fajri, dkk [9] dengan menggunakan model SEI_{ITR} untuk menganalisis penyakit DM dengan memperhitungkan faktor insulin dan perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian insulin memengaruhi bilangan reproduksi dasar, dengan penurunan efektivitas insulin menyebabkan penurunan bilangan reproduksi pada penyakit diabetes dengan adanya faktor insulin dan perawatan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk mengetahui model dari penyakit DM pada Puskesmas Gulai Bancah Kota Bukittinggi, serta kestabilan dari penyakit DM dengan menggunakan model SEI_{ITRS}_{P} dengan adanya pengaruh faktor genetik. Model SEI_{ITRS}_{P} merupakan kombinasi dari model penelitian yang dilakukan oleh [6] dan [9] yang mana pada model [9] tidak terdapat variabel individu yang terpapar DM akibat faktor genetik. Sehingga penulis mengangkat

judul “Analisis Kestabilan pada Model $SEIIR_{SP}$ Penyebaran Penyakit Diabetes Mellitus (DM) dengan Pengaruh Faktor Genetik”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana model $SEIIR_{SP}$ pada penyakit DM?
2. Bagaimana analisis kestabilan titik ekuilibrium pada model $SEIIR_{SP}$?
3. Bagaimana pengaruh faktor genetik model $SEIIR_{SP}$ terhadap penyakit DM?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, penulis memberikan pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data penderita DM yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Puskesmas Gulai Bancah Kota Bukittinggi tahun 2023.
2. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa individu yang sudah terkontrol DM rentan terkena Diabetes Mellitus.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh model $SEIIR_{SP}$ pada penyakit DM.
2. Menganalisa kestabilan titik ekuilibrium pada model $SEIIR_{SP}$.
3. Mengetahui pengaruh faktor genetik model $SEIIR_{SP}$ terhadap penyakit DM.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat agar model $SEIIR_{SP}$ dapat menganalisa penyebaran serta pengendalian penyakit Diabetes Mellitus.

1.6 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika pada tugas akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan tentang latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori dasar mengenai hal-hal yang dapat digunakan sebagai acuan dan landasan untuk mengembangkan penelitian ini. Konsep dan teori terkait perlu dijelaskan,

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan penulis untuk mencapai tujuan penelitian mulai dari metode penelitian, teknik pengambilan data sampai ke tahapan penelitian

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan hasil seperti yang disampaikan pada rumusan masalah.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bagian ini akan dibahas teori pendukung untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

2.1 Sistem Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial (PD) adalah suatu bentuk persamaan yang mengandung turunan (*derivative*) dari satu atau lebih variabel terikat suatu fungsi terhadap variabel bebas [10]. Klasifikasinya dibagi menjadi dua bagian yaitu PD biasa (PDB) dan PD parsial (PDP). Pada PDB, hanya turunan biasa yang muncul dalam persamaan. Sedangkan jika turunannya merupakan turunan parsial, maka persamaan tersebut disebut dengan PDP [11].

Contoh 2.1 : Diberikan PD

1. $\frac{dy}{dx} = x + 7$ (PDB)
2. $\frac{\partial v}{\partial x} + 3 \frac{\partial v}{\partial y} = 0$ (PDP)

Berdasarkan kelinierannya PD juga dibedakan menjadi dua bagian yaitu PD linier dan PD nonlinier [12]. PD linier dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

$$a_n(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_{n-1}(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_1(x) \frac{dy}{dx} + a_0(x)y = f(x) \quad (2.1)$$

Dari Persamaan (2.1) sifat-sifat PD linier adalah sebagai berikut:

1. Variabel terikat y dan semua turunannya merupakan persamaan diferensial orde pertama.
2. Setiap koefisien hanya bergantung pada variabel bebas x .
3. Tidak memasukkan perkalian antara suatu variabel terikat dengan variabel terikat lainnya.

PD yang tidak dapat dituliskan ke dalam bentuk Persamaan (2.1) atau tidak memenuhi sifat-sifatnya disebut PD nonlinier.

Contoh 2.2 PD linier dan nonlinier

1. $(2y - x)dx + xdy = 0$ (PD linier),
2. $(2 - y) \frac{dy}{dx} + 2y = e^x$ (PD nonlinier).

Sedangkan pada sistem PD merupakan gabungan dari n buah PD, kemudian dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \frac{dx_2}{dt} &= f_2(t, x_1, x_2, \dots, x_n), \\ &\vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= f_n(t, x_1, x_2, \dots, x_n). \end{aligned} \tag{2.2}$$

Apabila sistem PD pada Persamaan (2.2) merupakan sistem linier, maka Persamaan (2.2) dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \\ &\vdots \\ \dot{x}_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n \end{aligned} \tag{2.3}$$

Kemudian Persamaan (2.3) dapat ditulis dalam bentuk matriks berikut:

$$\dot{x} = Ax$$

dengan x merupakan vektor fungsi waktu, A adalah matriks koefisien konstan, dan \dot{x} menunjukkan turunan pertama dari x terhadap waktu.

PD dikatakan linier jika dapat dituliskan dalam bentuk persamaan seperti yang dijelaskan dalam Persamaan (2.3). Sebaliknya, jika persamaan tidak dapat dituliskan dalam bentuk tersebut, maka persamaan tersebut dianggap sebagai PD nonlinier.

2.2 Titik Ekuilibrium

Titik ekuilibrium dalam konteks sistem dinamika adalah suatu titik dimana nilai-nilai variabel tidak berubah seiring waktu. Dengan kata lain, pada saat $t = 1, 2, \dots, n$ nilai titik ekuilibrium tersebut tetap dan tidak mengalami perubahan.

Definisi 2.1 [13] Titik ekuilibrium $x^* \in R^n$ dari Persamaan (2.3) dikatakan:

1. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil jika untuk setiap $\varepsilon > 0$ terdapat $\delta > 0$ sedemikian sehingga jika $\|x_0 - x^*\| < \delta$ maka $\|x(t, x_0) - x^*\| < \varepsilon$ untuk setiap $t \geq 0$.



2. Titik ekuilibrium x^* dikatakan stabil asimtotik jika titik ekuilibriumnya stabil dan terdapat $\delta_1 > 0$ sedemikian sehingga $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t, x_0) - x^*\| = 0$ asalkan $\|x_0 - x^*\| < \delta_1$.
3. Titik ekuilibrium x^* dikatakan tidak stabil jika tidak memenuhi poin 1.

2.3 Analisis Kestabilan

Matriks Jacobian adalah matriks yang sangat berguna dalam analisis kestabilan sistem PD nonlinier. Dengan menghitung matriks Jacobian pada titik ekuilibrium, dapat mengevaluasi sifat kestabilan sistem tersebut. Matriks Jacobian dapat menentukan perubahan kecil dalam sistem sekitar titik ekuilibrium dan digunakan untuk menentukan stabilitasnya.

$$J(f(x^*)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(x^*) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(x^*) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1}(x^*) & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n}(x^*) \end{bmatrix}, \quad (2.4)$$

$J(f(x^*))$ dimana matriks Jacobian dari f di titik x^* .

Definisi 2.2 [14] Jika A merupakan suatu matriks $n \times n$ maka sebuah vektor tak nol x pada R^n disebut vektor eigen dari A jika Ax adalah sebuah kelipatan dari skalar dari x yaitu:

$$Ax = \lambda x \quad (2.5)$$

Secara sistematis, untuk suatu skalar λ , λ disebut nilai eigen dari matriks A , dan x disebut sebagai vektor eigen terkait dengan λ .

Persamaan nilai eigen matriks A dapat dituliskan ulang sebagai berikut:

$$Ax = \lambda x \quad (2.6)$$

atau dapat diekuivalenkan menjadi:

$$(\lambda I - A)x = 0 \quad (2.7)$$

dimana I sebagai matriks identitas, kita dapat mengatakan bahwa λ adalah nilai eigen jika Persamaan (2.7) mempunyai satu solusi tak nol. Persamaan (2.7) tersebut mempunyai solusi tak nol jika dan hanya jika:

$$\det(A - \lambda I) = 0 \quad (2.8)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

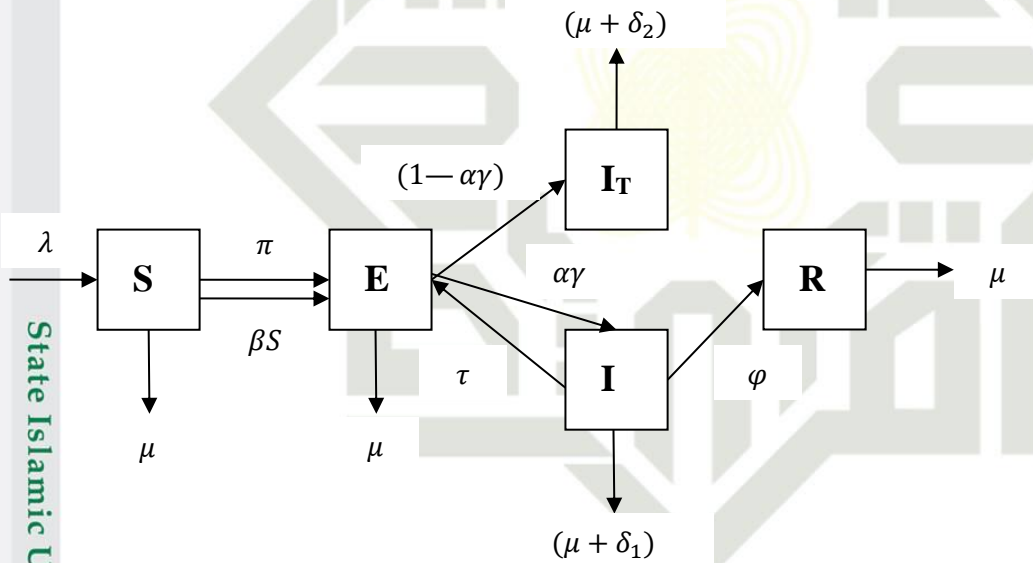
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Teorema 2.1 [15]:

1. Apabila seluruh nilai eigen dari matriks Jacobian $J(f(x^*))$ memiliki bagian real negatif, maka titik ekuilibrium x^* dari Persamaan (2.3) stabil asimtotik.
2. Apabila terdapat nilai eigen dari matriks Jacobian $J(f(x^*))$ memiliki bagian real positif, maka titik ekuilibrium x^* dari Persamaan (2.3) tidak stabil.

2.4 Model SEI_TR

Model ini merupakan pengembangan dari model SEIR dan model SEI_T. Pada model ini I_T yaitu individu yang terpapar mendapatkan perawatan. Individu yang masuk populasi dari I adalah individu yang terpapar penyakit diabetes tanpa perawatan. Individu yang terpapar penyakit diabetes akan menjadi individu R karena adanya pemberian insulin [9]. S merupakan individu *susceptible*, E merupakan individu *exposed*. Berikut gambar dari model SEI_TR:



Gambar 2. 1 Model SEI_TR

Berdasarkan Gambar 2.1 diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = \lambda - (\mu + \beta E + \pi)S, \tag{2.9}$$

$$\frac{dE}{dt} = (\beta E + \pi)S - (\mu + 1), \tag{2.10}$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha\gamma E - (\tau + \phi + \mu + \delta_1)I, \tag{2.11}$$

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\frac{dI_T}{dt} = (1 - \alpha\gamma)E - (\mu + \delta_2)I_T, \quad (2.12)$$

$$\frac{dR}{dt} = \varphi I - \mu R. \quad (2.13)$$

Dengan parameter sebagai berikut:

- λ : Laju kelahiran.
- μ : Laju kematian.
- β : Laju individu laten.
- π : Laju individu rentan terpapar akibat faktor genetik.
- $\alpha\gamma$: Laju individu sakit tanpa perawatan.
- $1 - \alpha\gamma$: Laju individu sakit dengan perawatan.
- δ_1 : Laju kematian akibat tanpa perawatan.
- δ_2 : Laju kematian akibat perawatan.
- τ : Laju individu yang terpapar dan terpapar kembali setelah pemberian insulin.
- φ : Laju individu sembuh.

dan variabel sebagai berikut:

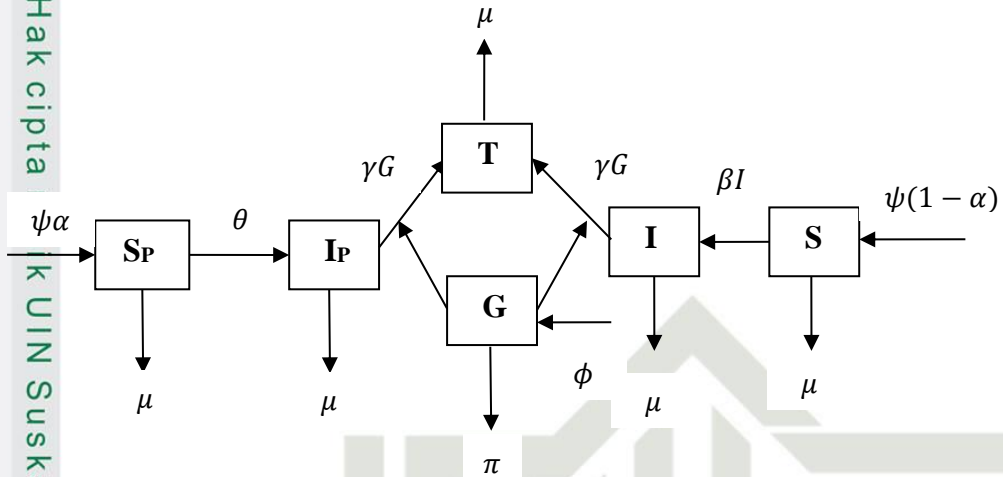
- S : Jumlah individu *susceptible*.
- E : Jumlah individu *exposed*.
- I : Jumlah individu sakit tanpa perawatan.
- I_T : Jumlah individu sakit dengan perawatan.
- R : Jumlah individu terkontrol.
- N : Total Jumlah individu.

2.5 Model SpIpTGSi

Pada model ini populasi dibagi menjadi enam subpopulasi. S_p merupakan individu yang rentan terpapar penyakit akibat faktor genetik, I_p merupakan individu yang terinfeksi akibat faktor genetik, T merupakan individu yang melakukan perawatan akibat adanya edukasi mengenai diabetes, G merupakan jumlah berita atau edukasi mengenai penyakit diabetes. S merupakan individu yang rentan terpapar akibat faktor sosial. I merupakan individu yang terinfeksi akibat faktor sosial [6]. Berikut gambar dari model SpIpTGSi:

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 2 Model S_PI_PTGSI

Berdasarkan Gambar 2.2 diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dG}{dt} = \phi - \pi G,$$

$$\frac{dS}{dt} = \psi(1 - \alpha) - \beta IS - \mu S,$$

$$\frac{dS_P}{dt} = \psi\alpha - \mu S_P - \theta S_P,$$

$$\frac{dI_P}{dt} = \theta S_P - \gamma GI_P - \mu I_P,$$

$$\frac{dT}{dt} = \gamma GI_P + \gamma GI - \mu T,$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta IS - \gamma GI - \mu I.$$

Dengan parameter sebagai berikut:

- ψ : Proporsi angka kelahiran manusia.
- μ : Laju kematian alami.
- βI : Laju individu yang sehat dan rentan dengan faktor sosial menjadi terinfeksi.
- π : Laju berita edukasi yang hilang atau tenggelam dengan berita lain.

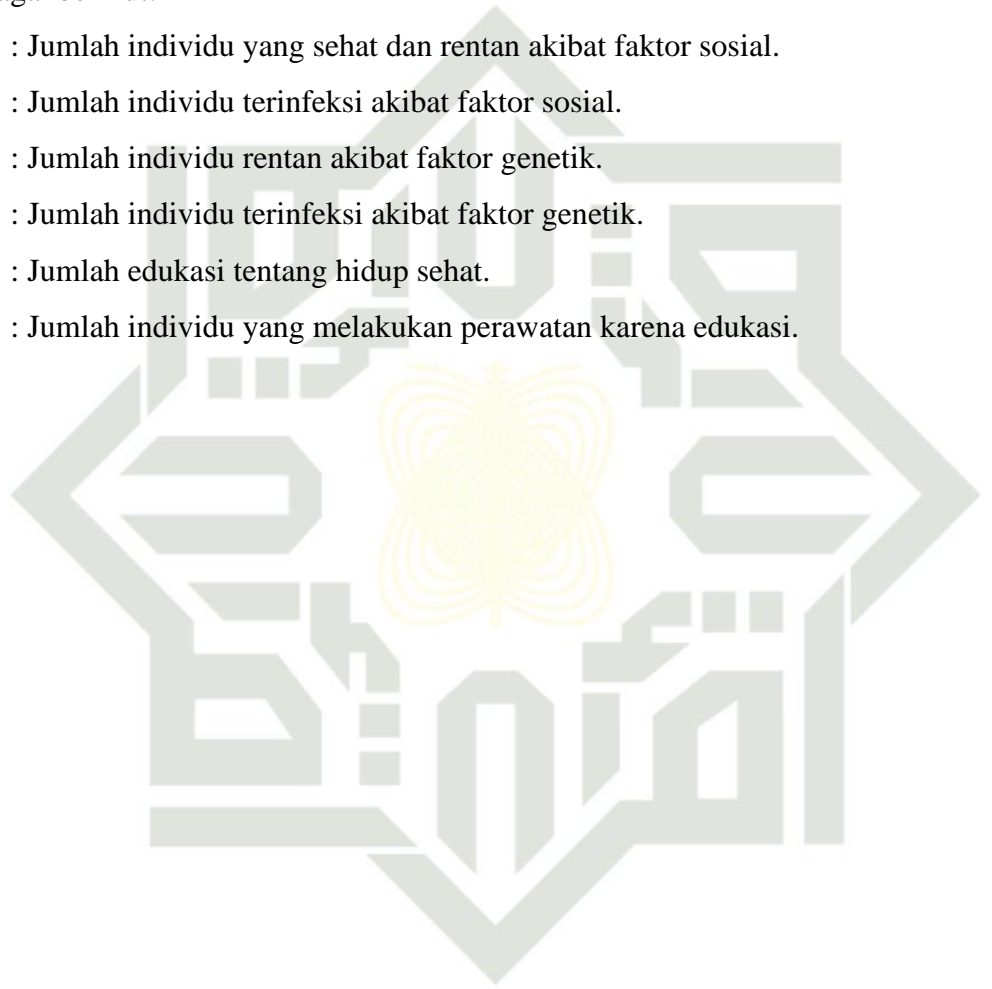
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- θ : Laju individu rentan dengan faktor genetik menjadi terinfeksi karena keturunan.
- γG : Laju individu sakit dengan perawatan.
- α : Laju pembagian angka kelahiran.
- φ : Proporsi angka kelahiran untuk berita.

dan variabel sebagai berikut:

- S : Jumlah individu yang sehat dan rentan akibat faktor sosial.
- I : Jumlah individu terinfeksi akibat faktor sosial.
- S_p : Jumlah individu rentan akibat faktor genetik.
- I_p : Jumlah individu terinfeksi akibat faktor genetik.
- G : Jumlah edukasi tentang hidup sehat.
- T : Jumlah individu yang melakukan perawatan karena edukasi.



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis pada tugas akhir ini adalah studi literatur yang berhubungan dengan penyakit diabetes. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Memperoleh data

Data yang diperoleh yaitu dari Puskesmas Gulai Bancah Kota Bukittinggi tahun 2023 mengenai penyakit DM. Data yang digunakan adalah jumlah individu yang rentan terpapar DM baik itu akibat faktor sosial ataupun faktor genetik, jumlah individu laten, jumlah individu yang terinfeksi akibat faktor sosial ataupun faktor genetik, jumlah individu yang mendapatkan perawatan, jumlah individu yang mendapatkkan pemberian insulin serta jumlah individu yang sembuh.

2. Diberikan model SEIIR [9] dengan Persamaan (2.9), (2.10), (2.11), (2.12), (2.13).

3. Membentuk model baru dengan mengasumsikan adanya individu yang terpapar akibat faktor genetik, yaitu S_p merupakan individu yang terpapar akibat faktor genetik.

4. Menentukan titik ekuilibrium, baik itu titik ekuilibrium bebas penyakit ataupun titik ekuilibrium endemik pada penyakit diabetes dari langkah yang ketiga.

5. Menganalisa kestabilan titik ekuilibrium yang ditentukan berdasarkan nilai eigen dari matriks Jacobian.

6. Melakukan estimasi parameter model dari data yang diperoleh dari Puskesmas Gulai Bancah Kota Bukittinggi dan menentukan nilai awalnya.

7. Melakukan simulasi titik ekuilibrium menggunakan *software MATLAB*.

8. Menginterpretasikan dan menyimpulkan hasil simulasi tersebut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model SEIITRSP dengan pengaruh faktor genetik yaitu:

$$\frac{dS(t)}{dt} = \lambda\theta - \mu S - \beta SE$$

$$\frac{dE(t)}{dt} = \beta SE - \mu E - E$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \alpha\gamma E + \varepsilon\varphi S_P - \omega I - (\mu + \delta_1)I$$

$$\frac{dI_T(t)}{dt} = (1 - \alpha\gamma)E + S_P(1 - \varepsilon\varphi) - (\mu + \delta_2)I_T$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = \omega I - \mu R$$

$$\frac{dS_P(t)}{dt} = \lambda(1 - \theta) - S_P(1 + \mu)$$

Dengan $S(t) + E(t) + I(t) + I_T(t) + R(t) + S_P(t) = N$ merupakan jumlah populasi. Dengan S merupakan populasi *susceptible* (populasi yang rentan), E merupakan populasi *exposed* (populasi laten), I merupakan populasi *Ill* (populasi yang terinfeksi tanpa perawatan), I_T merupakan populasi *Ill with Treatment* (populasi yang terinfeksi dengan perawatan), R merupakan populasi yang *recovery* (populasi yang terkontrol), S_P merupakan populasi *Susceptible with Genetic Factor* (populasi rentan akibat faktor genetik).

2. Terdapat dua titik ekuilibrium pada model SEIITRSP diperoleh:

- a. Titik ekuilibrium bebas penyakit

$$(\hat{S}, \hat{E}, \hat{I}, \hat{I}_T, \hat{R}, \hat{S}_P) = \left(\frac{\lambda\theta}{\mu}, 0, 0, 0, 0, \frac{\lambda(1-\theta)}{(1+\mu)} \right).$$

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- b. Titik ekuilibrium endemik penyakit

$$(S^*, E^*, I^*, I_T^*, R^*, S_P^*) = \left(\frac{\lambda\theta}{\mu + \beta E^*}, \frac{\beta\lambda\theta - \mu(\mu + 1)}{\beta(\mu + 1)}, \frac{\alpha\gamma E^* + \varepsilon\phi S_P^*}{(\omega + \mu + \delta_1)}, \frac{(1 - \alpha\gamma)E^* + S_P^*(1 - \varepsilon\phi)}{(\mu + \delta_2)}, \frac{\omega I^*}{\mu}, \frac{\lambda(1 - \theta)}{(1 + \mu)} \right)$$

dengan $E^* = \frac{\beta\lambda\theta - \mu(\mu + 1)}{\beta(\mu + 1)}$, $S_P^* = \frac{\lambda(1 - \theta)}{(1 + \mu)}$ dan $I^* = \frac{\alpha\gamma E^* + \varepsilon\phi S_P^*}{(\omega + \mu + \delta_1)}$.

Kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit tidak stabil karena terdapat nilai dari $\lambda > 0$ dan kestabilan titik ekuilibrium endemik penyakit stabil asimtotik karena terdapat nilai $\lambda < 0$

3. Semakin cepat laju perpindahan individu rentan akibat faktor genetik ke individu terinfeksi tanpa perawatan dan dengan perawatan maka jumlah populasi individu yang terinfeksi tanpa perawatan akan semakin berkurang.

5.2 Saran

Penelitian ini membahas tentang model SEIIT_TRS_P penyebaran penyakit Diabetes Mellitus dengan pengaruh faktor genetik. Bagi pembaca yang tertarik dengan pembahasan ini dapat menambahkan beberapa asumsi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wahyu Hestiana, “Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan dalam Pengelolaan Diet pada Pasien Rawat Jalan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Kota Semarang,” *Journal of Health Education*, vol. 2, no. 2, pp. 138–145, 2017.
- [2] Lestari, Zulkarnain, dan S. A. Sijid, “Diabetes Melitus : Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan,” *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, pp. 237–241, 2021.
- [3] E. E. Mustofa, J. Purwono, dan Ludiana, “Penerapan Senam Kaki Terhadap Kadar Glukosa Darah pada Pasiien Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Purwosari Kecamatan Metro Utara Tahun 2021,” *Jurnal Cendikia Muda*, vol. 2, no. 1, pp. 78–86, 2022.
- [4] N. Y. Lestari, Safri, dan R. Zulfitri, “Hubungan Pengendalian Diabetes Mellitus dengan Kualitas Hidup Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2,” *Jurnal Online Mahasiswa*, vol. 6, no. 1, pp. 254–262, 2019.
- [5] W. Nur and P. A. Hasan, “Solusi Numerik Model Matematika SEIIT (Susceptible- Exposed-Ill-Ill with Treatment) pada Penyakit Diabetes Mellitus dengan Menggunakan Metode Hamming-RK4,” *Prosiding Kajian Ilmiah Dosen Sulawesi Barat*, 2017.
- [6] K. Kaya’, Darmawati, dan D. Ekawati, “Model Matematika pada Penyakit Diabetes Melitus dengan Faktor Genetik dan Faktor Sosial,” *Journal of Mathematics: Theory Appications*, vol. 3, no. 1, pp. 23–30, 2021.
- [7] Abraham dan R. San, “Analisis Model Matematika Penyebaran Penyakit Diabetes dengan Faktor Genetik,” *Jurnal Elektronik Universitas Cendrawasih*, vol. 15, no. 1, pp. 31–37, 2015.
- [8] Asmaidi dan E. Dodi Suryanto, “Mathematical Modeling of Seir Type to Controlling Diabetes Mellitus Disease Using Insulin,” *Jurnal Inotera*, vol. 2, no. 2, pp. 9–17, 2017.
- [9] N. Fajri, Sanusi, dan Asmaidi, “SEIITR Model for Diabetes Mellitus Distribution in Case of Insulin and Care Factors,” *Jurnal Inovasi Teknologi dan Rekayasa*, vol. 5, no. 2, pp. 100–106, 2020.
- [10] D. Lestari, “Diktat Persamaan Diferensial,” Yogyakarta, pp. 1–41, 2013.
- [11] M. Istiqlal, “Diktat Mata Kuliah Persamaan Diferensial,” Salatiga, pp. 1–18, 2022.

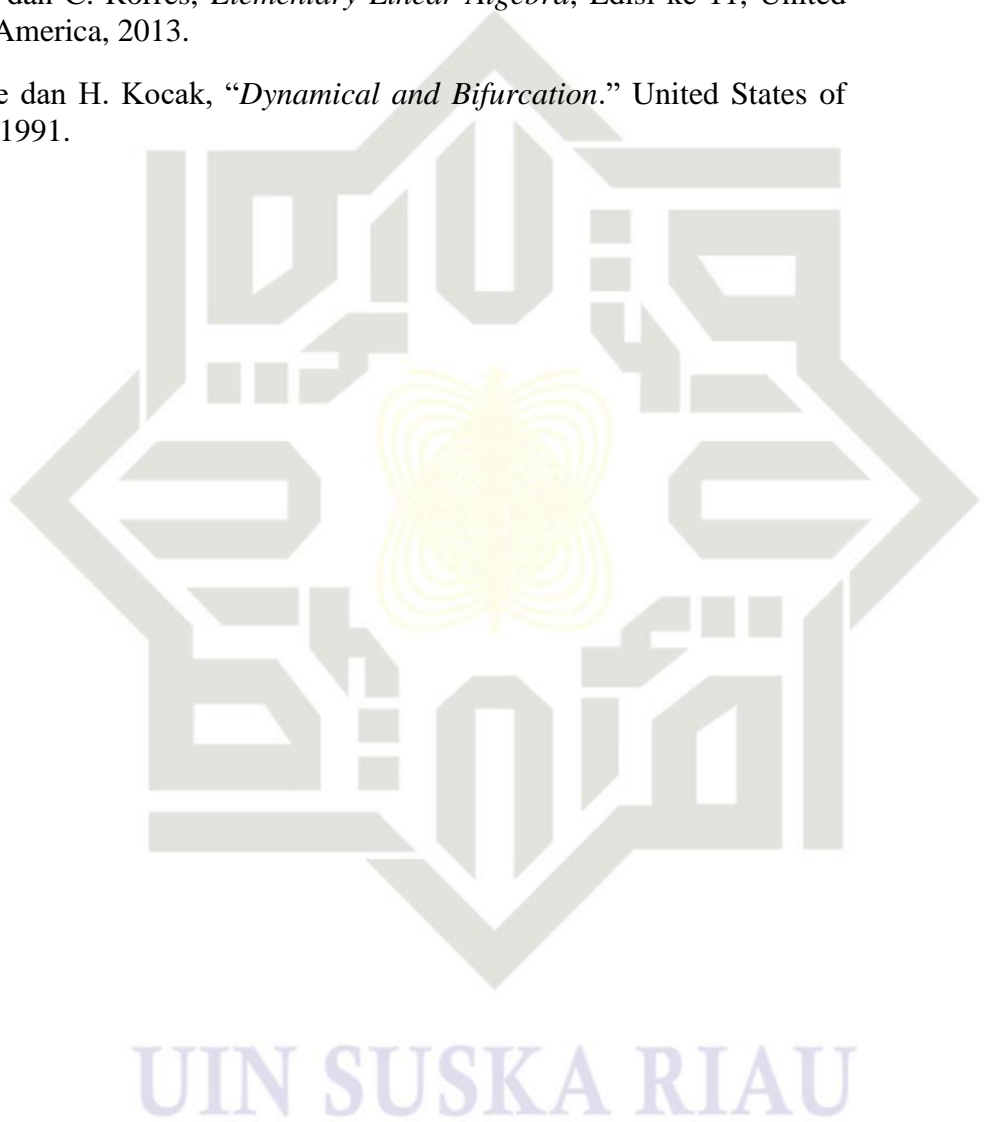
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- [12] S. Wulandari Pratiwi, A. Arjudin, N. Kurniati, dan S. Sripatmi, "Penerapan Konsep Persamaan Diferensial Biasa pada Pemodelan Tali Penahan Jembatan Gantung," *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, vol. 1, no. 4, pp. 559–569, 2021.
- [13] G. J. Olsder dan J.K. Van Der Woude, *Mathematical System Theory*, Edisi ke-2. Netherlands, 2003.
- [14] H. Anton dan C. Rorres, *Elementary Linear Algebra*, Edisi ke-11, United States of America, 2013.
- [15] J. K. Hale dan H. Kocak, "Dynamical and Bifurcation." United States of America, 1991.



Lampiran 1 Program MATLAB Kestabilan Titik Ekulibrium

```

syms A B C D E F G H I J delta1 delta2
M = [A, B, 0, 0, 0, 0; 0, -B-1+A, 0, 0, 0, 0; 0, D, A-delta1-J, 0,
0, 0; 0, 1-D, 0, A-delta2, 0, 1-F; 0, 0, J, 0, A, 0; 0, 0, 0, 0,
0, A];
eigenvalues = eig(M);
disp('Nilai eigen dari matriks M adalah:');
disp(eigenvalues);

syms B C E G J K L delta1 delta2
Y = [L-C, B, 0, 0, 0, 0; C, -B-1+L, 0, 0, 0, 0; 0, E, L-delta1-K,
0, 0, G; 0, 1-E, 0, L-delta2, 0, 1-G; 0, 0, K, 0, L, 0; 0, 0, 0,
0, 0, L];
eigenvalues = eig(Y);
disp('Nilai eigen dari matriks Y adalah:');
disp(eigenvalues);

```

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Lampiran 2 Program MATLAB Perubahan Grafik Populasi

```

%Nilai awal
S0 = 6602;
E0 = 53;
I0 = 23;
It0 = 32;
R0 = 50;
Sp0 = 55;
%Tentukan rentang waktu
tspan = [0 100];
%Fungsi odefunc yang mengimplementasikan persamaan differensial
odefunc = @(t,y) [
    3634 - 0.01331*y(1) - 0.00025*y(1)*y(2); %dS/dt
    0.00025*y(1)*y(2) - 0.01331*y(2) - y(2); %dE/dt
    0.12500*y(2) + 0.05556*y(6) - 0.53001*y(3); %dI/dt
    0.87500*y(2) + 0.94444*y(6) - 0.02941*y(4); %dIt/dt
    0.50000*y(3) - 0.01331*y(5); %dR/dt
    3476 - 1.01331*y(6); %dSp/dt
];

%Kondisi awal
y0 = [S0; E0; I0; It0; R0; Sp0];

%Selesaikan persamaan diferensial
[t,y] = ode45(odefunc, tspan, y0);

%Plot hasil
figure;

%Plot S
subplot (3, 2, 1);
plot(t, y(:, 1));
xlabel('Waktu');
ylabel('Populasi S');
title('Grafik S(t)');

%Plot E
subplot (3, 2, 2);
plot(t, y(:, 2));
xlabel('Waktu');
ylabel('Populasi E');
title('Grafik E(t)');

%Plot I
subplot (3, 2, 3);
plot(t, y(:, 3));
xlabel('Waktu');
ylabel('Populasi I');
title('Grafik I(t)');

%Plot It
subplot (3, 2, 4);
plot(t, y(:, 4));
xlabel('Waktu');

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
ylabel('Populasi It');  
title('Grafik It(t)');  
  
%Plot R  
subplot(3, 2, 5);  
plot(t, y(:, 5));  
xlabel('Waktu');  
ylabel('Populasi R');  
title('Grafik R(t)');  
  
%Plot Sp  
subplot(3, 2, 6);  
plot(t, y(:, 6));  
xlabel('Waktu');  
ylabel('Populasi Sp');  
title('Grafik Sp(t)');
```

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Lampiran 3 Program MATLAB Simulasi Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit

```
A = [-0.01331, -68.257, 0, 0, 0, 0; 0, 67.24369, 0, 0, 0, 0; 0, 0.125, -0.53001, 0, 0, 0.05556; 0, 0.875, 0, -0.02941, 0, 0.94444; 0, 0, 0.5, 0, -0.01331, 0; 0, 0, 0, 0, 0, -0.01331];
eigenvalues = eig(A);
disp('Nilai eigen dari matriks A adalah:');
disp(eigenvalues);

A = [-0.87381, -0.9985, 0, 0, 0, 0; 0.8605, -0.01481, 0, 0, 0, 0; 0, 0.125, -0.53001, 0, 0, 0.05556; 0, 0.875, 0, -0.02941, 0, 0.94444; 0, 0, 0.5, 0, -0.01331, 0; 0, 0, 0, 0, 0, -0.01331];
eigenvalues = eig(A);
disp('Nilai eigen dari matriks A adalah:');
disp(eigenvalues);
```

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Lampiran 4 Data Penyakit DM Tahun 2023 Puskesmas Gulai Bancah

© HAK CIPTA MILIK UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Data Penyakit DM Tahun 2023

1. Jumlah individu yang rentan terkena penyakit DM : 53 orang
2. Jumlah individu yang terinfeksi dengan perawatan (terapi dengan pola hidup sehat) : 32 orang
3. Jumlah individu yang terinfeksi tanpa perawatan : 23 orang
4. Jumlah individu yang terkontrol : 50 orang
5. Jumlah individu yang rentan akibat faktor genetik : 55 orang

Mengetahui,
PJ Program DM

Sintya Finela Putri, A.Md.Kep
NIP. 199601292019022003

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bukittinggi, 15 Juni 2002, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Almasrizal dan Ibu Rahma Yulia. Penulis menyelesaikan Pendidikan formal pada Taman Kanak-kanak Islam Al-Falah Bukittinggi pada tahun 2008. Menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar Swasta Islam Al-Falah Bukittinggi pada tahun 2014. Menyelesaikan Pendidikan Madrasah Tsanawiyah Negeri IV Angkat Candung yang sekarang telah berubah menjadi MTsN 7 Agam pada tahun 2017 dan menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Ampek Angkek pada tahun 2020. Setelah menyelesaikan Pendidikan di bangku SMA, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Program Studi Matematika. Pada 16 Januari 2023 – 16 Februari 2023 penulis melaksanakan Kerja Praktek di Bank Syariah Indonesia KCP Bukittinggi Pasar Aur dengan judul “Analisis Penerapan Sistem Antrian pada *Customer Service* Bank Syariah Indonesia KCP Bukittinggi Pasar Aur” yang dibimbing oleh Ibu Sri Basriati, M.Sc., dan diseminarkan pada 16 Juni 2023. Kemudian penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun yang sama di Desa Koto Benai, Kecamatan Benai, Kabupaten Kuantan Singingi.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.