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 milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

KESTABILAN TITIK *EQUILIBRIUM* TRANSMISI DINAMIKA *HUMAN PAPILLOMA VIRUS* (HPV) MENGGUNAKAN MODEL SIR

TUGAS AKHIR

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

oleh :

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
11654200563

UIN SUSKA RIAU

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2020

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 PERSETUJUAN

Kestabilan Titik *Equilibrium* Transmisi Dinamika *Human Papilloma Virus* (HPV) Menggunakan Model SIR

TUGAS AKHIR

oleh:

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
11654200563

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 07 Mei 2020

Ketua Program Studi	Pembimbing
Ari Pani Desvina, M.Sc.	**Irma Suryani, M.Sc.**
NIP. 19811225 200604 2 003	**NIK. 130517091**

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.

© Ha

LEMBAR PENGESAHAN

Kestabilan Titik *Equilibrium* Transmisi Dinamika *Human Papilloma Virus* (HPV) Menggunakan Model SIR

TUGAS AKHIR

oleh:

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
11654200563

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 07 Mei 2020

Pekanbaru, 07 Mei 2020
Mengesahkan,

Dekan	**Ketua Program Studi**
Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.	**Ari Pani Desvina, M.Sc.**
NIP. 19660604 199203 1 004	**NIP. 19811225 200604 2 003**

DEWAN PENGUJI

Ketua	**: Corry Corazon Marzuki, M.Si.**
Sekretaris	**: Irma Suryani, M.Sc.**
Anggota I	**: Dr. Yuslenita Muda, M.Sc.**
Anggota II	**: Mohammad Soleh, M.Sc.**

of Sultan Syarif Kasim Ria

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.

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 kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebut 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 meminjam tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

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 di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, Mei 2020

Yang membuat pernyataan,

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
11654200563

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

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 milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"
(QS. Al-Mujadalah:11)

Alhamdulillahirrabil'alamin

Atas segala nikmat, kesempatan, kemudahan, dan pencapaian yang telah aku peroleh hingga saat ini.

Sujud syukurku, kupersembahkan kepada Allah SWT

Pemberi maaf yang tak pernah bosan, pemberi limpahan kasih sayang, satu-satunya penolong, tempatku berdo'a dan berharap. Terima kasih yaa ALLAH SWT atas segala kenikmatan yang telah Engkau berikan kepadaku. Ampunilah segala dosa-dosaku ya Rabb..

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:

Ayahku Zainur MZ dan Amak Salma Yanti

Ayah, mak, Alhamdulillah akhirnya anakmu sarjana. Salah satu keinginanmu untukku akhirnya terwujud. Terima kasih atas segala do'a dan dukungan yang selalu kalian berikan walaupun ucapan terimakasihku tak cukup membalas semua kasih sayangmu kepadaku.

Terima kasih Ayah, Terima kasih mak…

Wahyu,Ayuni,Abdi

Terima kasih adek-adek ku telah memberikan ku motivasi untuk terus berjuang demi membahagiakan kedua orang tua kita.

Dosen Pembimbingku Ibu Irma Suryani, M.Sc dan Dosen-Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi

Terima kasih atas waktu dan tenaga yang telah kalian berikan untuk membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sahabat-Sahabatku

Terima kasih untuk meli, andika, resti, Munthe, bg suryadi yang telah mendukung, menasehati, dan memberikan semangat yang luar biasa selama ini. Terimakasih sudah membersamai.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

KESTABILAN TITIK *EQUILIBRIUM* TRANSMISI DINAMIKA *HUMAN PAPILLOMA VIRUS* (HPV) MENGGUNAKAN MODEL SIR

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
NIM : 11654200563

Tanggal Sidang : Mei 2020
Tanggal Wisuda : 2020

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

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini dibahas tentang Kestabilan Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit dan Titik Ekuilibrium Endemik pada Virus HPV (*Human Papillomavirus*) dengan Model SIR. Dari model tersebut diselidiki titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik yang ditentukan dengan menyelesaikan persamaan pada model SIR dan untuk kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik dapat diuji dengan menggunakan Matriks Jacobian. Titik ekuilibrium dikatakan stabil asimtotik dengan syarat R_0 terpenuhi. Kemudian model tersebut di analisis dengan simulasi numerik menggunakan *software Maple 13* dengan hasil untuk kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit itu stabil asimtotik dikarenakan $R_0 < 1$ dan untuk titik ekuilibrium endemik itu tidak stabil dikarenakan $R_0 < 1$.

Kata kunci: *HPV(Human Papillomavirus), model SIR, stabil asimtotik, titik ekuilibrium.*

UIN SUSKA RIAU

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

STABILITY OF POINT EQUILIBRIUM TRANSMISSION DYNAMICS OF PAPILLOMA VIRUS (HPV) HUMAN USING SIR MODEL

SRI UTAMI WAHYUNI ZAIN
NIM : 11654200563

Date of Final Exam : 07th May 2020
Date of Graduation : 2020

Department of Mathematics
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

This final project discusses the stability of disease-free equilibrium points and endemic equilibrium points in HPV(Human Pappiloma Virus) using the SIR model. The model was savrd from the disease –free equilibrium point and endemic equilibrium point determinined by completing the SIR model and the stability of the disease- free equilibrium point and endemic equilibrium point can be used by using jacobian,equilibrium point asymptotic stable with R_0 fulfilled. Then the model is accompanied by numerical simulations using a device maple software 13 with the result for the stability of the disease – free equilibrium point that is asymptotically stable related $R_0 < 1$ while for the stability of the endemic equilibrium point is unstable because $R_0 < 1$.

***Keyword**:HPV(Human Papillomavirus), SIR model, Asymptotically stable, Equilibrium point.*

UIN SUSKA RIAU

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat, karunia, nikmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"Kestabilan Titik *Equilibrium* Transmisi Dinamika *Human Papilloma Virus* (HPV) Menggunakan Metode SIR".** Shalawat beserta salam juga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu 'Alahi Wasallam, semoga kita semua mendapat syafaat-nya. Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 (S1) di Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak sekali mendapatkan bimbingan, arahan, dan masukan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada kedua orang tua tercinta Ayah Zainur MZ dan ibu tersayang yaitu Salma Yanti yang dengan tulus selalu mendo'akan dan melimpahkan kasih sayang kepada penulis. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Akhmad Mujahidin, S.Ag, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Fitri Aryani, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Ibu Rahmadeni, M.Sc selaku Pembimbing Akademik Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
6. Ibu Irma Suryani, M.Sc., selaku Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, penjelasan serta petunjuk kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

UIN SUSKA RIAU

7. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc., selaku Penguji I yang telah banyak memberikan masukan, saran serta dukungan dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Bapak Mohammad Soleh, M.Sc., selaku Penguji II yang telah banyak memberikan masukan, saran serta dukungan dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
10. Wahyu, Ayuni, Abdi yang selalu Mendo'akan, mendukung, dan memotivasi penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis Andika Riski, Meli Ermanita, Mardiah Munthe, Resti Molina, Suryadi terima kasih atas bantuan, masukan dan segala dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi khususnya Kelas B angkatan 2016 yang telah banyak memberikan bantuan, masukan serta dukungan.
13. Semua pihak yang telah memberi bantuan dari awal penyusunan tugas akhir hingga selesai, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin ya Rabbal'alamiin*.

Pekanbaru, Mei 2020

Sri Utami Wahyuni Zain

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.

DAFTAR ISI

		Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN		ii
LEMBAR PENGESAHAN		iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL		iv
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 Latar Belakang	I-1
	1.2 Rumusan Masalah	I-4
	1.3 Batasan Masalah	I-4
	1.4 Tujuan Penelitian	I-4
	1.5 Manfaat Penelitian	I-4
	1.6 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II LANDASAN TEORI		
	2.1 Sistem Persamaan Differensial	II-1
	2.2 Titik Ekuilibrium	II-2
	2.3 Nilai Eigen Dan Vektor Eigen	II-3
	2.4 Kestabilan Titik Ekuilibrium	II-3
	2.5 Matriks Jacobian	II-4

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kas

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 m
   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.

2.6 Pemodelan Matematika II-4
2.7 Model SIR II-6

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Asumsi-Asumsi Model IV-1
4.2 Model SIR IV-2
4.3 Titik Ekuilibrium(Kesetimbangan) IV-3
4.4 Reproduksi Dasar (R_0) IV-8
4.5 Kestabilan Titik Ekuilibrium IV-11
4.6 Simulasi IV-20

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan V-1
5.2 Saran V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kas
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 m
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 GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Proses Pemodelan Matematika	II-5
4.1	Diagram Alir Model SIR	IV-2
4.2	Simulasi Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit.....	IV-21
4.3	Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik	IV-24

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.

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
4.1	Nilai Parameter Bebas Penyakit.....	II-20
4.2	Nilai Parameter Endemik.....	II-22

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Human Papilloma Virus (HPV) adalah nama sekelompok virus yang mencakup lebih dari 100 jenis. Infeksi HPV bisa terjadi pada siapa saja tanpa memandang usia. HPV 6 dan HPV 11 adalah virus HPV yang menyebabkan kutil kelamin. HPV 16 dan HPV 18 adalah virus HPV yang perlu diwaspadai karena dapat menyebabkan kanker serviks. Terinfeksi sel mengekspresikan protein virus E6 dan E7 yang mengganggu siklus sel normal, mempromosikan proliferasi dan menonaktifkan protein penekan tumor p53 dan pRb. Replikasi genom virus berikutnya dan pembelahan sel, salah satunya sel anak bermigrasi menjauh dari lapisan basal dan memulai program diferensiasi. Tidak seperti sel normal, terinfeksi HPV Sel mengalami diferensiasi tetapi tetap aktif dalam siklus sel. Beberapa infeksi HPV dari inang yang sehat dapat terjadi dibersihkan oleh sistem kekebalan tubuh. Namun, banyak infeksi terutama jenis risiko tinggi seperti HPV 16 dan 18 menjadi kronis (Dadi E.dkk, 2019).

Pada beberapa serotipe HPV yang berbeda telah diidentifikasi, ada serotipe risiko rendah yang bertanggung jawab untuk kerusakan anogenital jinak, dan serotipe berisiko tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan prakanker dan kanker pada leher rahim. Studi epidemiologis pada infeksi HPV menetapkan peran virus ini sebagai penyebab utama kanker serviks. Diperkirakan bahwa infeksi HPV bertanggung jawab atas 500.000 kasus kanker serviks di seluruh dunia setiap tahun. Vaksinasi terhadap infeksi HPV merupakan cara yang efektif untuk menurunkan kejadian kanker serviks, terutama di kalangan wanita muda. Ketersediaan vaksin HPV memberikan kesempatan untuk menurunkan jumlah kasus penyakit di seluruh dunia yang di sebabkan oleh HPV (Ribassin dan Majed,2010).

Menurut Pencatatan Kanker Nasional, Kanker membunuh lebih banyak orang daripada HIV/AIDS, malaria dan gabungan tuberculosis. Statistik menunjukkan bahwa 18.1 juta kasus baru yaitu 9,6 juta kematian terkait kanker,

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

dan 43,8 juta orang yang hidup dengan kanker pada tahun 2018. Jumlah kasus baru diperkirakan akan meningkat dari 18 juta menjadi 22 juta pada 2030 dan jumlah kematian akibat kanker global diproyeksikan meningkat sebesar 45% pada periode 2007-2030. Diperkirakan bahwa kejadian tahunan kanker adalah sekitar 60.960 kasus dan angka kematian tahunan lebih dari 44.000 dan hampir dua pertiga kanker tahunan kematian terjadi di kalangan wanita. Untuk memprediksi hal tersebut, dapat dilakukan dengan pemodelan matematika.

Model matematika adalah sebuah deskripsi suatu sistem menggunakan alat matematika dan bahasa. Model matematika sangat penting dalam ilmu-ilmu alam termasuk biologi dan epidemiologi. Model matematika membantu untuk mendapatkan pemahaman baru tentang suatu sistem, mengatur dan memahami data biologis, memperoleh respon perilaku sistem, mencari kinerja yang optimal dan strategi intervensi, dan membuat prediksi tentang sistem. Pemodelan matematika penyakit menular dimulai pada 1760-an dengan pemodelan cacar Daniel Bernoulli. Sejak model matematika telah dikembangkan untuk disimulasikan penyebaran berbagai penyakit menular, seperti HIV, tuberkulosis, malaria, dan influenza. Model matematika ini telah dikembangkan untuk menjawab berbagai pertanyaan yang tidak dapat dijawab melalui penggunaan metode epidemiologi tradisional Survei Pemodelan. Untuk mengetahui apakah suatu penyakit dapat menjadi endemik atau tidak, dikenal beberapa model penyebaran penyakit baik model yang bersifat deterministik maupun yang bersifat stokastik, salah satunya model SIR.

Model SIR adalah model dasar tentang penyebaran penyakit. Model dasar penyebaran penyakit ini pertama kali dirumuskan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927 (Pratiwi N dan Kartono, 2008). Model SIR adalah model penyebaran penyakit yang membagi populasi total (N) menjadi tiga kelas, yaitu kelas *susceptible* (S) merupakan jumlah individu yang rentan terhadap penyakit dan mudah ditulari penyakit, *infected* (I) adalah kelas yang didalamnya terdapat individu yang terinfeksi penyakit dan mampu menularkan penyakit, dan *recovered* (R) adalah jumlah individu yang telah sembuh dari penyakit dan telah mengalami kekebalan tubuh terhadap penyakit (imunitas).

Adapun penelitian tentang model penyebaran penyakit yang berhubungan dengan model SIR antara lain adalah Supriatna dkk yang membahas model penyebaran penyakit dengan model SIR dan SIS dengan hasil diperoleh tingkat vaksinasi untuk beberapa keadaan. Dan jurnal matematika yang berjudul "*Model SIR Penyakit Tidak Fatal"* tahun 2007 karangan Husni Tamrin dkk, yang membahas penyebaran penyakit tidak fatal menggunakan model SIR dengan asumsi populasi tertutup atau tidak ada proses migrasi dengan kesimpulan bahwa titik kesetimbangan bebas penyakit stabil asimtotik jika $\beta < \alpha + \mu$, dan titik kesetimbangan endemik penyakit stabil asimtotik jika $\beta < \alpha + \mu$.

Penelitian dengan judul "Kestabilan titik *equilibrium* model SIR (*susceptible, infected, recovered*) penyakit fatal dengan migrasi" karangan Leni Darlina dengan kesimpulan tidak ada penyakit dalam populasi jika laju kelahiran ditambah dengan laju imigrasi lebih kecil dari laju emigrasi ditambah dengan laju kematian, dan juga jika dalam populasi besar laju penularan dikali dengan laju kelahiran dibagi dengan laju kematian dikurangi dengan laju imigrasi serta ditambah dengan laju emigrasi lebih kecil dari laju emigrasi dikurangi dengan laju imigrasi ditambah dengan laju kematian akibat penyakit yang dibicarakan dan dtambah dengan laju kematian dan ditambah dengan laju kesembuhan.

Jurnal matematika yang berjudul "Sensitivity Analysis and Modeling the Impact of Screening on the Transmission Dynamics of Human Papilloma Virus (HPV)" dengan kesimpulan banyak orang dari kelas yang disaring pulih melalui pengobatan. Juga, jumlah sel dengan kanker menurun dan ini mungkin disebabkan oleh kematian yang disebabkan oleh penyakit. Selanjutnya, jumlah sel pulih meningkat karena ada dua cara pemulihan, melalui sistem kekebalan tubuh atau pengobatan. Dengan $R_0 = 0{,}5677$, menyiratkan bahwa skrining dapat mengurangi penularan penyakit dalam populasi ketika $R_0 < 1$. Jurnal matematika yang berjudul "Impact of Chemotherapy treatment on SITR Compartmentalization and Modeling of Human Papilloma Virus (HPV)" dengan kesimpulan jika jumlah reproduksi dasar lebih besar dari satu maka solusi konvergen ke titik ekuilibrium endemik dan dengan demikian sel-sel infeksi terus bereplikasi yaitu, penyakit akan bertahan dan dengan demikian pengobatan dikatakan tidak berhasil.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU
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.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Berdasarkan keterangan yang telah diuraikan di atas, maka penulis tertarik untuk mengulas kembali jurnalnya (Dadi E.dkk, 2019). Tentang model SIR dengan judul" **Kestabilan Titik *Equilibrium* Transmisi Dinamika *Human Papilloma Virus* (HPV) Dengan Menggunakan Metode SIR *(Susceptible, Infected, Recovered*)".**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah " Bagaimana Menentukan titik *equilibrium* dan kestabilan titik *equilibrium* Penyakit Human Papilloma Virus (HPV) Dengan Menggunakan Metode SIR?.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan ini hanya dibatasi pada pembahasan mengenai model matematika untuk kestabilan titik *equilibrium* Penyakit Human Papilloma Virus (HPV) Dengan Menggunakan Metode SIR pada jurnal (Dadi E.dkk, 2019).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah Memperoleh titik *equilibrium* (kesetimbangan) model SIR tersebut dan kestabilan titik kesetimbangannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan yang mendalam tentang pemodelan matematika, khususnya mengenai model SIR dan penerapannya. Dapat memodelkan penyebaran penyakit Human Papilloma Virus (HPV) menggunakan model SIR, mengetahui perilaku penyebaran penyakit dan laju penyebarannya.
2. Memperoleh ilmu pengetahuan bagi kita semua khususnya tentang kestabilan titik *equilibrium* model SIR penyakit Human Papilloma Virus (HPV) dan sebagai sarana informasi bagi pembaca serta dapat dijadikan bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini mencakup lima bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini berisi teori-teori dasar yang digunakan dalam proses penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian pada tugas akhir ini.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pembahasan dan pemaparan hasil penelitian yang didapat pada tugas akhir.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan.

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
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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Persamaan Diferensial

Persamaan diferensial adalah suatu persamaan yang melibatkan turunan dari satu atau lebih variabel terikat terhadap satu atau lebih variabel bebas, sedangkan sistem persamaan diferensial terdiri dari beberapa (dua atau lebih) persamaan diferensial.

Diberikan sistem persamaan diferensial:

$$\dot{x} = f(t, x) \tag{2.1}$$

Dimana $x = \frac{dx}{dt}$ menyatakan turunan x terhadap t dan $x \in L \subseteq R^n$, f: L $\rightarrow R^n$,

L adalah himpunan terbuka dari R^n. Persamaan (2.1) disebut sebagai persamaan nonautonomus karena terdapat variabel bebas t yang muncul secara eksplisit. Jika variabel bebas t pada Persamaan (2.1) implisit, maka Persamaan (2.1) menjadi :

$$\dot{\boldsymbol{x}} = f(x) \tag{2.2}$$

Selanjutnya Persamaan (2. 2) disebut sebagai persamaan autonomus.

Diberikan $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n})$ dengan $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$dan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n} \in \mathbb{R}$, dan misal $\dot{\boldsymbol{x}} = \frac{dx}{dt}$, maka $\dot{\boldsymbol{x}} = \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \frac{dx_3}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt}$.

Persamaan (2.2) merupakan sistem persamaan diferensial dengan variabel bebas yang implisit dan **x** adalah variabel tak bebas yang merupakan fungsi dalam t, dan dapat ditulis dalam bentuk system persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n}) \\ \frac{dx_2}{dt} &= f_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n}) \\ \frac{dx_3}{dt} &= f_3(x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n}) \\ &\vdots \\ \frac{dx_\mathrm{n}}{dt} &= f_\mathrm{n}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_\mathrm{n}) \end{aligned} \tag{2.3}$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jika pada Persamaan (2.3), fungsi $fi, \forall i$=1,2,3,…,n merupakan fungsi linear, maka Persamaan (2.3) tersebut dapat dikatakan linear. Dan jika Sistem (2.3) linear dapat ditulis dalam bentuk :

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1\mathrm{n}}x_\mathrm{n} \\ \frac{dx_2}{dt} &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2\mathrm{n}}x_\mathrm{n} \\ &\vdots \\ \frac{dx_\mathrm{n}}{dt} &= a_{\mathrm{n}1}x_1 + a_{\mathrm{n}2}x_2 + \cdots + a_{\mathrm{nn}}x_\mathrm{n} \end{aligned} \tag{2.4}$$

Maka Sistem persamaan diferensial (2.4) dapat ditulis dalam bentuk :

$$\dot{\boldsymbol{x}} = A\boldsymbol{x}.$$

2.2 Titik Ekuilibrium

Suatu sistem yang tidak berubah sepanjang waktu dapat disebut setimbang, dan kesetimbangan pada populasi dapat diartikan sebagai " jumlah populasi tersebut tidak berubah sepanjang waktu.

Definisi 2.1 (Wiggins, 2003:5) Diberikan sistem autonomous. $\dot{\mathbf{x}} = \mathrm{f}(\mathbf{x}), \mathbf{x} \in \mathbb{R}^{\mathrm{n}}$. Titik $\bar{\mathrm{x}} \in \mathbb{R}^{\mathrm{n}}$ disebut titik ekuilibrium jika

$$f(\bar{x}) = 0 \tag{2.5}$$

Berikut contoh pencarian titik ekuilibrium:

Contoh 2.1 Akan dicari titik ekuilibrium dari sistem

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1 - 2x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_1 + x_1x_2 \end{aligned} \tag{2.6}$$

Penyelesaian:

Misal f_1=$x_1 - 2x_2$ dan f_2=$x_1 + x_1x_2$. Akan dicari $\overline{x_1}$ dan $\overline{x_2}$ sedemikian sehingga $f_1 = (\overline{x_1}, \overline{x_2}) = 0$ dan $f_2 = (\overline{x_1}, \overline{x_2}) = 0$

Untuk $f_2 = 0$ diperoleh

$$x_1 + x_1x_2 = 0$$

$$x_1(1 + x_2) = 0$$

$$x_1 = 0 \quad x_2 = -1$$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Substitusikan $x_1 = 0$ ke dalam $f_1 = 0$, maka diperoleh $x_2 = 0$ dan substitusikan $x_2 = -1$ ke dalam $f_1 = 0$, maka diperoleh $x_1 = -2$. Jadi, Sistem (2.7) memiliki dua titik ekuilibrium yaitu $\overline{x_1} = (0\ ,0)$ dan $\overline{x_2} = (-2, -1)$.

2.3 Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Definisi 2.2 (Anton H., 1995:277) Misal A adalah matriks $n \times n$, maka vektor $x \in c^n, x \neq 0$ disebut vektor eigen dari A jika $A\mathbf{x}$ adalah kelipatan skalar dari $\mathbf{x}$ yaitu,

$$Ax = \lambda x$$

untuk suatu skalar λ. Skalar λ disebut nilai eigen dari A dan $\mathbf{x}$ dikatakan vektor eigen yang bersesuaian dengan λ.

Untuk mencari nilai eigen matriks A yang berukuran $n \times n$ maka $A\mathbf{x}=\lambda\mathbf{x}$ ditulis sebagai berikut

$$Ax = \lambda \mathrm{I} x$$

atau secara ekuivalen

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

dengan I adalah matriks identitas.

Menurut Anton (1995), agar λ menjadi nilai eigen, maka harus ada solusi dari Persamaan (2.7). Persamaan (2.7) akan mempunyai solusi jika dan hanya jika

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

Persamaan (2.8) disebut persamaan karakteristik dari A.

2.4 Kestabilan Titik Ekuilibrium

Definisi 2.10 (Olsder, 2004:57) Misalkan $\bar{x}$ adalah titik ekuilibrium dari Sistem linierisasi yaitu $\dot{\mathbf{x}} = f(x)$

(i) Titik ekuilibrium $\bar{x}$ stabil jika untuk setiap $\varepsilon > 0$ terdapat $\delta > 0$ sedemikian sehingga untuk $\|x(t_0) - \bar{x}\| < \delta$, maka berlaku $\|x(x_0(t)) - \bar{x}\| < \varepsilon$ untuk setiap $t \geq t_0$.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

(ii) Titik ekuilibrium $\bar{x}$ stabil asimtotik jika $\bar{x}$ stabil dan jika terdapat $\delta_1 > 0$ sedemikian sehingga $\lim_{t\to\infty}\|x(x_0(t)) - \bar{x}\| = 0$ asalkan $\|x(t_0) - \bar{x}\| < \delta_1$.

(iii) Titik ekuilibrium $\bar{x}$ tidak stabil jika tidak memenuhi (i).

2.5 Matriks Jacobian

Definisi 2.5 (Clark, 1999) Matriks yang berhubungan dengan sebuah fungsi $f: R^n \to R^n$ yang memiliki koordinat fungsi $f_1, f_2, \cdots, f_m$ dengan entri (i,j) dari $\frac{\partial f_i}{\partial x_j}(x_0)$, turunan parsial pertama dari atas daerah asal fungsi f.

Matriks : $$J(f(x)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(x) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(x) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1}(x) & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n}(x) \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

dinamakan matriks Jacobian dari f di titik x .

Selanjutnya, akan dilakukan penyelesaian dengan metode linearisasi. Berikut ini definisi metode linearisasi :

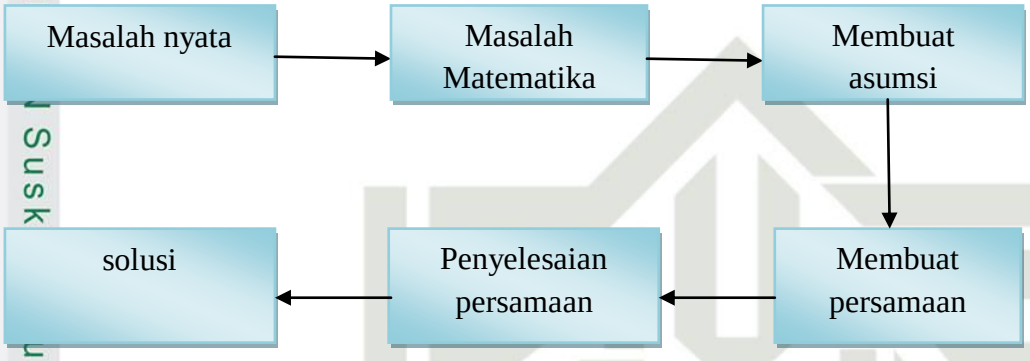
Definisi 2.5 (Meiss, 2007) Sistem $\dot{x} = J(f(\bar{x}))$ disebut linearisasi Sistem (2.9) di $\bar{x}$.

Setelah proses linearisasi dilakukan pada Sistem (2.9), kemudian perilaku kestabilan di sekitar titik *equilibrium* dapat ditentukan. Kestabilan dari titik *equilibrium* pada Sistem (2.9) dapat ditentukan berdasarkan nilai eigen matriks Jacobian pada metode linearisasi. Nilai eigen tersebut dapat ditentukan melalui persamaan karakterisrik dari matriks Jacobian di titik $\bar{x}$.

2.6 Pemodelan Matematika

Model matematika dalam kehidupan sehari-hari dapat diartikan sebagai gambaran dari suatu masalah yang diformulasikan secara matematis. Pemodelan matematika adalah proses yang ditempuh untuk memperoleh dan memanfaatkan persamaan atau fungsi matematika dari suatu masalah untuk mendapatkan model

matematika. Proses pemodelan matematika dapat dinyatakan dalam alur diagram berikut:



Gambar 2.1. Proses Pemodelan Matematika (Widowati dkk, 2007: 3)

Berdasarkan Gambar 2.1, alur proses pemodelan matematika dapat dijelaskan sebagai berikut: Langkah pertama dalam proses pemodelan yaitu membentuk permasalahan nyata ke dalam pengertian matematika. Langkah ini meliputi identifikasi variabel-variabel pada masalah dan membentuk hubungan antara variabel-variabel tersebut. Variabel-variabel yang telah dibentuk kemudian dijabarkan menjadi sebuah model, dalam hal ini meliputi pembuatan asumsi-asumsi tentang model. Proses pembuatan asumsi menggambarkan alur pemikiran, sehingga model harus berjalan agar mengarah pada situasi fisik yang kompleks menjadi masalah yang dapat diselesaikan. Langkah selanjutnya yaitu memformulasikan persamaan atau sistem persamaan untuk menyatakan hubungan antar variabel.

Langkah ini merupakan langkah terpenting dan cukup sulit sehingga perlu menguji kembali asumsi-asumsi agar dapat memformulasikan persamaan yang dapat diselesaikan dan realistik. Setelah memformulasikan persamaan, langkah berikutnya adalah menyelesaikan persamaan. Dalam proses penyelesaian persamaan perlu berhati-hati dan fleksibilitas dalam proses pemodelan secara menyeluruh. Langkah terakhir yaitu interpretasi solusi yang merupakan langkah

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

yang menghubungkan formulasi matematika kembali ke masalah nyata sehingga didapatkan suatu solusi nyata. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan grafik untuk menggambarkan solusi yang diperoleh.

2.9 Model SIR

Pemodelan matematika merupakan salah satu terapan dari ilmu matematika yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari ke dalam bentuk yang matematis. Dengan pemodelan matematika, permasalahan-permasalahan tersebut akan menjadi lebih mudah untuk diselesaikan. Salah satu nya adalah Model SIR.

Model SIR adalah model penyebaran penyakit yang membagi populasi total (N) menjadi tiga kelas, yaitu kelas *susceptible* (S) merupakan jumlah individu yang rentan terhadap penyakit dan mudah ditulari penyakit, *infected* (I) adalah kelas yang didalamnya terdapat individu yang terinfeksi penyakit dan mampu menularkan penyakit, dan *recovered* (R) adalah jumlah individu yang telah sembuh dari penyakit dan telah mengalami kekebalan tubuh terhadap penyakit (imunitas).

Di bawah ini akan diberikan contoh model SIR yang tidak menimbulkan kematian seperti jurnal yang dibahas Husni Tamrin dkk tentang model SIR penyakit tidak fatal, yang diasumsikan memiliki jumlah tetap dan dalam satu periode, dalam populasi terjadi proses kelahiran dan kematian, dengan laju kelahiran sama dengan laju kematian. Pada model ini diasumsikan bahwa individu yang lahir masuk ke kelas *susceptible* dan jumlah populasi konstan dengan S adalah proporsi individu *susceptible*, I adalah proporsi individu *infected*, R adalah proporsi individu *recovered* sehingga jumlah proporsi $S + I + R = 1$.

Asumsi-asumsi pada model:

- Populasi tertutup (tidak ada proses migrasi).
- Dalam populasi terjadi proses kelahiran dan kematian dengan laju kelahiran dan kematian sama, dan dinyatakan dengan $\mu > 0$.
- Penyakit dapat disembuhkan.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- Setiap individu yang belum terserang penyakit masuk ke populasi *susceptible* (rentan terserang).
- Laju penularan penyakit dari *susceptible* menjadi *infected* adalah konstan, dan dinyatakan dengan $\beta > 0$.
- Laju kesembuhan penyakit dari *Infected* menjadi *recovered* adalah konstan, dan dinyatakan dengan $\alpha > 0$.
- Individu yang sembuh mempunyai kekebalan tubuh (imunitas).

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, maka diketahui Sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI + \mu - \mu S \tag{2.10}$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \alpha I - \mu I \tag{2.11}$$

$$\frac{dR}{dt} = \alpha I - \mu R \tag{2.12}$$

Dengan $S + I + R = 1$ maka $S, I, R \geq 0$. Oleh karena itu $R = 1 - I - S$, dan R (pada persamaan 2.12) dapat diperoleh nilainya setelah I dan S ditentukan maka persamaan (2.12) diabaikan terlebih dahulu.

Selanjutnya akan ditentukan titik kesetimbangan (*equilibrium*). Pada titik kesetimbangan tersebut, akan dicari titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik penyakit.

1. Titik Kesetimbangan Bebas Penyakit

Titik kesetimbangan bebas penyakit, berarti dalam populasi tidak ada individu yang sakit atau $I = 0$. maka diperoleh hasil titik kesetimbangan bebas penyakit $(S^0, I^0) = (1,0)$.

2. Titik Kesetimbangan Endemik Penyakit

Jika suatu populasi mempunyai titik kesetimbangan endemik penyakit berati di dalam populasi tersebut selalu terdapat individu yang terserang penyakit yang sedang dibicarakan atau $I > 0$. maka diperoleh hasil titik kesetimbangan endemik penyakit $(S^*, I^*) = \left(\frac{\alpha+\mu}{\beta}, \frac{\mu}{\alpha+\mu} - \frac{\mu}{\beta}\right)$.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Setelah diperoleh titik kesetimbangan, selanjutnya akan diselidiki kestabilan titik kesetimbangan tersebut

- ✓ Titik Kesetimbangan Bebas Penyakit $(S^0, I^0) = (1,0)$.

Dengan mencari Determinan menggunakan Matriks Jacobian maka diperoleh $\lambda_1 = -\mu$ dan $\lambda_2 = \beta - \alpha - \mu$. Jelas bahwa $\lambda_1 = -\mu < 0$ dan diperoleh bahwa nilai$\lambda_2 = \beta < \alpha + \mu$. Jadi, terbukti bahwa jika $\beta < \alpha + \mu$ maka titik kesetimbangan bebas penyakit $(S^0, I^0) = (1,0)$ stabil asimtotik.

- ✓ Titik kesetimbangan endemik penyakit $(S^*, I^*) = \left(\frac{\alpha+\mu}{\beta}, \frac{\mu}{\alpha+\mu} - \frac{\mu}{\beta}\right)$.

Dengan mencari Determinan menggunakan Matriks Jacobian maka diperoleh:

$$\lambda_1 = \frac{-\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu} + \sqrt{\left(\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu}\right)^2 - 4\mu(\beta - \alpha - \mu)}}{2}$$

$$\lambda_2 = \frac{-\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu} - \sqrt{\left(\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu}\right)^2 - 4\mu(\beta - \alpha - \mu)}}{2}$$

- ❖ Untuk λ_1: bagian real dari $\lambda_1 < 0$ atau $-\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu} < 0$, Karena $\beta < \alpha + \mu$, maka $\beta - \alpha - \mu > 0$ sehingga $4\mu(\beta - \alpha - \mu) > 0$, maka diperoleh $\lambda_1 < 0$.
- ❖ Untuk λ_2: bagian real dari $\lambda_2 < 0$ atau $-\frac{\beta\mu}{\alpha+\mu} < 0$, Karena $\beta < \alpha + \mu$, maka $\beta - \alpha - \mu > 0$ sehingga $4\mu(\beta - \alpha - \mu) > 0$, maka diperoleh $\lambda_2 < 0$.

Dari uraian-uraian penyelesaian tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa titik kesetimbangan endemik penyakit $(S^*, I^*) = \left(\frac{\alpha+\mu}{\beta}, \frac{\mu}{\alpha+\mu} - \frac{\mu}{\beta}\right)$ stabil asimtotik.

UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

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
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 III
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yakni :

1) Merumuskan asumsi-asumsi Model HPV.
   a. Individu yang rentan direkrut ke dalam populasi pada tingkat yang konstan(Π).
   b. Sel yang rentan dapat memperoleh tingkat infeksi HPV ketika mereka melakukan kontak yang efektif dengan tingkat sel infeksi yang dapat menyebabkan infeksi. $\lambda = \frac{\beta[(I_u(t)+I_s(t)}{N}$
   c. Sel-sel yang terinfeksi tidak sadar disaring dan bergabung dengan kelas yang tingkat terinfeksi disaring (α).
   d. Beberapa sel yang terinfeksi tidak sadar berkembang menjadi tingkat kanker serviks dan orang lain pulih secara alami melalui tingkat sistem kekebalan tubuh tertentu(δ).
   e. Sel-sel yang terinfeksi disaring dan pindah ke kelas pemulihan atau mungkin berkembang menjadi kanker serviks sebagai akibat dari kegagalan perawatan $\emptyset$.
   f. Sel yang dipulihkan kembali ke kelas yang rentan setelahnya kehilangan tingkat kekebalan tubuh mereka φ.
   g. Sel kanker serviks mati karena infeksi pada tingkat tertentu (γ).
   h. Semua jenis sel mengalami kematian alami pada tingkat (μ).
   i. Semua parameter dalam model adalah positif.
2) Mengulas kembali Model HPV pada jurnal Dadi E.dkk, (2019) yaitu :

$$\frac{dS}{dt} = \Pi - (\lambda + \mu)S + \varphi R$$
$$\frac{dI_u}{dt} = \lambda S - (\epsilon + \alpha + \delta + \mu)I_u$$
$$\frac{dI_s}{dt} = \alpha I_u - (\omega + \emptyset + \mu)I_s \qquad (3.1)$$

UIN SUSKA RIAU

$$\frac{dC}{dt} = \epsilon I_u + \emptyset I_s - (\gamma + \mu)C$$

$$\frac{dR}{dt} = \delta I_u + \omega I_s - (\varphi + \mu)R$$

3) Menentukan titik kesetimbangan (*equilibrium*), yakni titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik penyakit pada persamaan (3.1).
4) Menentukan Reproduksi Dasar (R_0).
5) Menganalisa kestabilan titik kesetimbangan tersebut, apakah stabil, stabil asimtotik atau tidak stabil.
6) Simulasi Numerik model dan interprestasinya.

UIN SUSKA RIAU
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Ka
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
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

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 ma
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 milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasi

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya Persamaan (4.1) maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Titik ekuilibrium ada 2 yaitu:
   a) Titik ekuilibrium bebas penyakit

$$E^0 = \left\{ S^0, I_u^{\ 0}, I_s^{\ 0}, C^0, R^0 \right\} = \left\{ \frac{\Pi}{\mu}, 0,0,0,0 \right\}$$

   b) Titik ekuilibrium endemik

$$E^* = \{ S^*, I_u^{\ *}, I_s^{\ *}, C^*, R^* \}$$

$$= \left\{ \begin{matrix} \frac{\Pi abd}{[abd(\lambda+\mu) - \varphi\lambda(\delta b + \omega\alpha)]}, \left(\frac{\lambda \Pi bd}{[abd(\lambda+\mu) - \varphi\lambda(\delta b + \omega\alpha)]}\right), \left(\frac{\alpha\lambda\Pi d}{[abd(\lambda+\mu) - \varphi\lambda(\delta b + \omega\alpha)]}\right) \\ , \left(\frac{\lambda\Pi d(\epsilon b + \emptyset\alpha)}{[abcd(\lambda+\mu) - \varphi\lambda c(\delta b + \omega\alpha)]}\right), \left(\frac{\lambda\Pi(\delta b + \omega\alpha)}{[abd(\lambda+\mu) - \varphi\lambda(\delta b + \omega\alpha)]}\right) \end{matrix} \right\}$$

2. Terdapat kestabilan pada titik ekuilibrium bebas penyakit pada model SIR transmisi HPV, yaitu *stabil asimtotik* yang artinya untuk jangka waktu yang lama subpopulasi akan berkurang dan bertambah sehingga pada akhirnya menjadi konstan pada waktu tertentu dan kestabilan pada titik ekuilibrium endemik pada model SIR transmisi HPV, yaitu tidak *stabil*.

5.2 Saran

Pada tugas akhir ini membahas tentang kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik pada model SIR transmisi HPV dengan hanya menambahkan simulasi numerik dengan menggunakan *software Maple* pada titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik. Bagi pembaca yang tertarik dengan topik ini disarankan untuk menggunakan metode yang berbeda untuk menyelidiki kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik.

UIN SUSKA RIAU

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.

DAFTAR PUSTAKA

Anton, Howard. (1995). "*Aljabar Linear Elementer"* (Alih Bahasa: Pantur Silaban, Ph.D dan Drs. I. Nyoman Susila, M.Sc), Jakarta: Erlangga. 1995.

Clark. "*Analysis, Calculus, and Differential Equations"*. Georgia: University of Georgia. 1999.

Dadi, E.dkk. "Sensitivity Analysis and Modeling the Impact of Screening on the Transmission Dynamics of Human Papilloma Virus (HPV)". *American Journal of Applied Mathematics*.2019

Dadi, E.dkk. "Impact of Chemotherapy treatment on SITR Compartmentalization and Modeling of Human Papilloma Virus (HPV)". *American Journal of Applied Mathematics*.2019

Leni,d. "Kestabilan titik equilibrium model SIR (susceptible, infected, recovered) penyakit fatal dengan migrasi". *Tugas Akhri Mahasiswa Universitas Islam Negri Sultan Syarif Kasim Riau.*2012.

Lestari,D.dkk. "A Local Stability of Mathematical Models for Cancer Treatment by Using Gene Therapy". *International Journal of Mathematics*.2015.

Meiss, J. D. "*Differential Dynamical Systems"*. Society for Industrial and Applied Mathematics. USA. 2007.

Olsder, G. J&Woude, J. W. van der. (2004). "*Mathematical Systems Theory"*. Netherland: VVSD.

Perko, L. "*Differential Equations and Dynamical Systems"*. Springer-verlag. New York. 1991.

Pratiwi, N. dan Kartono. "Strategi Model Pengendalian Penyebaran Virus Influenza". *Jurnal Matematika* Vol. 11, No.3, hal.141-145.ISSN:1410-8518. 2008.

Ribassin, L dan Majed.A. "*SIS Model for Human Papillomavirus Transmission Version 1*". Villejuif: Jurnal Institut de Cancerologie Gustave Roussy. 2010.

Supriatna, A. K, dkk. "Pembuatan Model Matematika dan Software untuk Penghitungan Tingkat Vaksinasi pada Penyebaran Penyakit Menular". *Jurnal Matematika UNPAD*. Bandung. 2005.

Tamrin, H. dkk. "Model SIR Penyakit Tidak Fatal". *Jurnal Matematika Fakultas MIPA UGM*. Yogyakarta. 2007.

WHO. (2014). “Cancer”. *www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/*. Diakses pada tanggal 09 November 2019.

Widowati & Sutimin. “Buku Ajar Pemodelan Matematika”. Semarang: *Jurnal Matematika FMIPA UNDIP*. 2007.

Wiggins, S. “*Introduction to Applied Nonlinear Dynamical System and Chaos”*. Springer Verlag. New York. 1990.

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.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Karangan Tinggi Desa Kuapan, pada tanggal 09 Maret 1998, sebagai anak pertama dari empat bersaudara pasangan dari Bapak Zainur mz dan ibu Salma Yanti. Penulis menyelesaikan Pendidikan formal Sekolah Dasar di SDN 002 SEI.Pinang 2010, Sekolah Menengah Pertama Penulis selesaikan di Pesantren Bahrul ‘ulum Perhentian Raja pada tahun 2013dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas dengan Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SMAN 1 Model Kampar Timur pada tahun 2016.

Setelah menyelesaikan SMA, pada tahun yang sama penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan lulus di Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Matematika. Pada bulan April 2020, penulis melaksanakan Kerja Praktek di Dinas Kominfo Pekanbaru yang dibimbing oleh Bapak Nilwan Andiraja, S.Pd, M.Sc. Pada bulan Agustus - September 2018 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pangkalan Libut.

UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta 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.