

LEMBAR PERSETUJUAN

KESTABILAN TITIK EKUILIBRIUM ENDEMIK PADA MODEL SIS TRANSMISI *HUMAN PAPILLOMAVIRUS* (HPV) DENGAN POPULASI BERBEDA

TUGAS AKHIR

Oleh:

SURYADI HARTO PRATAMA
11554100701

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 07 Mei 2020

Ketua Program Studi



Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

Pembimbing



Irma Suryani, M.Sc.
NIK. 130 517 091

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

LEMBAR PENGESAHAN

**KESTABILAN TITIK EKUILIBRIUM ENDEMIK PADA
MODEL SIS TRANSMISI *HUMAN PAPILLOMAVIRUS* (HPV)
DENGAN POPULASI BERBEDA**

TUGAS AKHIR

Oleh:

SURYADI HARTO PRATAMA
11554100701

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,

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

Dekan

Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

DEWAN PENGUJI

Ketua : Wartono, M.Sc.
Sekretaris : Irma Suryani, M.Sc.
Anggota I : Dr. Yuslenita Muda, M.Sc.
Anggota II : Mohammad Soleh, M.Sc.

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

KESTABILAN TITIK EKUILIBRIUM ENDEMIK PADA MODEL SIS TRANSMISI *HUMAN PAPILLOMAVIRUS* (HPV) DENGAN POPULASI BERBEDA

TUGAS AKHIR

Oleh:

SURYADI HARTO PRATAMA
11554100701

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,

Ketua Program Studi



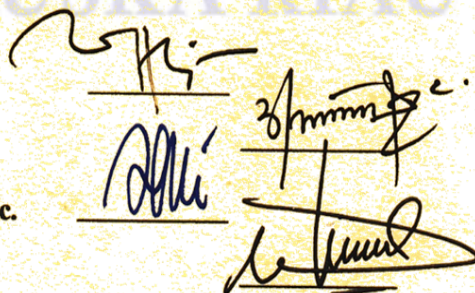
Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003



Dekan
Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.
NIP. 19660604 199203 1 004

DEWAN PENGUJI

Ketua : Wartono, M.Sc.
Sekretaris : Irma Suryani, M.Sc.
Anggota I : Dr. Yuslenita Muda, M.Sc.
Anggota II : Mohammad Soleh, 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 kepustakaan 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 peminjaman.

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 mengemukakan 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 disuatu 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, 07 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,

SURYADI HARTO PRATAMA
NIM. 11554100701

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

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur tak henti-hentinya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas nikmat, karunia dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

∞ ∞ ∞

Ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tuaku yang telah membesarkan dan mendidik jiwa raga ini dengan penuh kasih sayang yang tulus. Doa dan harapan yang beliau berikan selalu mengiringi langkah perjalanan hidupku untuk menjadi sosok yang diinginkannya.

∞ ∞ ∞

Ucapan terimakasih untuk kakak dan adik-adikku yang telah mendukungku, memotivasi setiap langkahku hingga aku mampu melewati hari sulitku dan menemaniku dalam suka maupun duka.

∞ ∞ ∞

Dengan penuh haru dan segala kerendahan hati Kupersembahkan gelar sarjanaku buat Ibunda dan Ayahku Tercinta Yang telah memberikan cinta kasih, perjuangan dan doa yang tiada henti.

∞ ∞ ∞

Allah selalu memberikan hal-hal yang kita butuhkan dalam hidup dengan cara-Nya. Memohonlah kepada-Nya dengan keyakinan dan ketulusan. Serta syukurilah apa yang telah kita miliki saat sekarang ini.

KESTABILAN TITIK EKUILIBRIUM ENDEMIK PADA MODEL SIS TRANSMISI *HUMAN PAPILLOMA VIRUS* (HPV) DENGAN POPULASI BERBEDA

SURYADI HARTO PRATAMA

11554100701

Tanggal Sidang : 07 Mei 2020

Periode Wisuda : 2020

Jurusan Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Tugas akhir ini membahas model matematika tentang kestabilan titik ekuilibrium endemik terhadap *Human Papillomavirus* (HPV) pada model SIS dengan populasi berbeda. Model SIS terdiri dari dua kompartemen, yaitu kompartemen rentan (*Susceptible*) dan kompartemen yang terinfeksi (Infected) dengan populasi yaitu subpopulasi perempuan (X) dan subpopulasi laki-laki (Y) dan Titik ekuilibrium endemik pada model SIS ini dapat dilakukan dengan melakukan substitusi atau manipulasi aljabar terhadap asumsi-asumsi pada model SIS *Human Papillomavirus* (HPV). Selanjutnya, kestabilan endemik di nyatakan stabil asimtotik dapat di uji menggunakan matriks Jacobian dengan syarat R_0 terpenuhi. Kemudian, model SIS *Human Papillomavirus* (HPV) di analisis dengan simulasi numerik menggunakan *software Maple13* dengan hasil untuk kestabilan titik ekuilibrium endemik itu stabil asimtotik jika $R_0 > 1$ dan hasil simulasi numerik pada model SIS *Human Papillomavirus* (HPV) menjelaskan bahwa subpopulasi terinfeksi akan memungkinkan menginfeksi atau menularkan virus kepada subpopulasi rentan. Artinya virus masih ada dalam populasi.

Kata Kunci : Matriks Jacobian, model SIS, simulasi numerik, stabil asimtotik, titik ekuilibrium endemik..

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

STABILITY OF ENDEMIC EQUILIBRIUM IN THE SIS MODEL OF TRANSMISSION HUMAN PAPILLOMAVIRUS WITH DIFFERENT POPULATIONS

SURYADI HARTO PRATAMA

11554100701

Date of Final Exam : 07 May 2020

Date of Graduation : 2020

Mathematics Departement

Fakulty of Science and Technlogy

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

This final project discusses a mathematical model about the stability of endemic equilibrium points on Human Papillomavirus (HPV) in SIS models with different populations, The SIS Model consists of two compartments, namely the susceptible compartment and the infected compartment with a population that is the female subpopulation (X) and the male subpopulation (Y) and the endemic equilibrium point in this SIS model can be done by substitution or algebraic manipulation of the assumptions of algebra on the SIS Human Papillomavirus (HPV) model. Furthermore, endemic stability stated asymptotically stable can be tested using the Jacobian matrix with the condition that R_0 is met. Then, the SIS Human Papillomavirus (HPV) model was analyzed by numerical simulation using Maple13 software with the results for the stability of the endemic equilibrium point asymptotically stable if $R_0 > 1$ and the numerical simulation results on the SIS Human Papillomavirus (HPV) model explained that infected subpopulations would allow infecting or transmitting viruses to vulnerable subpopulations, This means that the virus still exists in the population.

Keyword : *Jacobian matrix, SIS model, numerical simulation, asymptotic stable, endemic equilibrium point.*

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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamiin. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'aala*. Hanya dengan izin dan karunia-Nya penulis mampu untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Pada Model Sis Transmisi *Human Papillomavirus* (Hpv) Dengan Populasi Berbeda”**. Shalawat dan salam untuk *Rasulullah Muhammad shallallahu'alahi wassallam* semoga *syafaat* beliau dapat diperoleh di akhirat nanti. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selanjutnya dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis tidak terlepas dari berbagai pihak yang mendukung dan membimbing, baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Inormal dan Ibunda Asrida Yanti yang tiada henti melimpahkan kasih sayang, do'a dan motivasi kepada penulis. Kemudian penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Akhmad Mujahidin 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 Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Fitri Aryani, M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Bapak Dr. Rado Yendra, S.Si, M.Sc, selaku pembimbing akademik yang telah banyak membantu dan memberikan nasihat kepada penulis.
6. Ibu Irma Suryani, M.Sc, selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan, arahan serta ilmunya.

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.

7. Bapak Wartono, M.Sc, selaku ketua sidang yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.
 8. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc, selaku penguji I yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan tugas akhir ini.
 9. Bapak Mohammad Soleh, M.Sc, selaku penguji II yang telah memberikan kritikan, masukan serta dukungan dalam penulisan tugas akhir ini.
 10. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, khususnya di Jurusan Matematika.
 11. Sahabat penulis (Dimas, Faisal, Fatur, Bayu, Reza, Yanto, Anggi, Bangun, Doni, Satria, Tini, Lily, Tamtam, Siska, dan Era) yang selalu membantu dan memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
 12. Kepada teman-teman angkatan 2015, senior dan junior jurusan Matematika, terkhusus teman teman Matematika 15D.
 13. Semua pihak khususnya squad-squad sepermainan yaitu sk-one dan sodara receh yang telah memberi semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
- Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 07 Mei 2020

UIN SUSKA RIAU

Suryadi Harto Pratama

**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	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
1.6 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Human Papillomavirus	II-1
2.2 Pencegahan dan Gejala-Gejala Infeksi HPV	II-1
2.3 Penularan Virus HPV	II-2
2.4 Pemodelan Matematika	II-2
2.5 Model SIS	II-3
2.6 Sistem Persamaan Differensial	II-4
2.7 Titik Ekuilibrium dan Analisis Kestabilan	II-5
2.8 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	II-10

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.

2.9 Matrik Jacobian	II-11
---------------------------	-------

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Asumsi-Asumsi Model SIS Transmisi HPV	IV-1
4.2 Titik Ekuilibrium	IV-6
4.2.1 Titik Ekuilibrium Endemik	IV-7
4.3 Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	IV-16
4.4 Analisis Kestabilan	IV-19
4.4.1 Analisis Kestabilan di Sekitar Titik Ekuilibrium Endemik	IV-19
4.5 Simulasi Model	IV-39

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

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

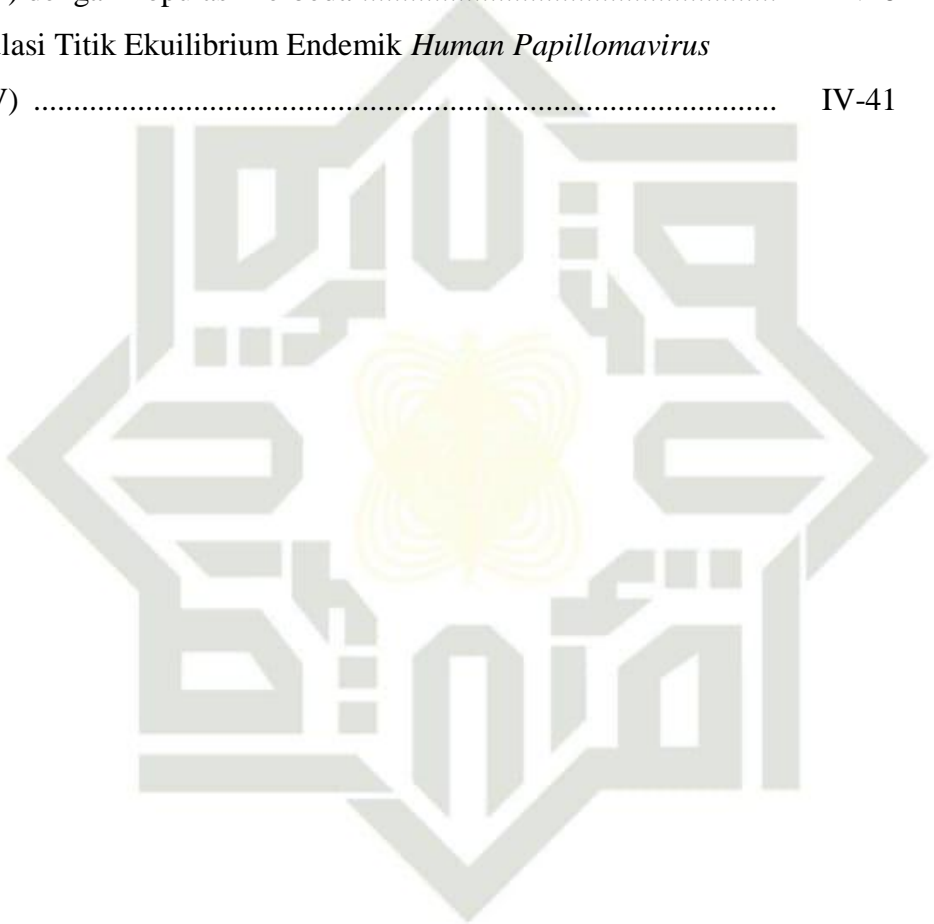
Parameter dan variabel model SIS <i>Human Papillomavirus</i> (HPV).....	III-2
Nilai Parameter untuk endemik <i>Human papillomavirus</i> (HPV)	IV-39



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

Diagram SIS	II-3
Kompartemen Model SIS Transmisi <i>Human Papillomavirus</i> (HPV) dengan Populasi Berbeda	IV-6
Simulasi Titik Ekuilibrium Endemik <i>Human Papillomavirus</i> (HPV)	IV-41



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

Penyakit menular merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti virus, bakteri, parasite atau jamur yang dapat berpindah ke orang lain yang sehat. Penularan dapat terjadi melalui berbagai media, yaitu udara, bersentuhan kulit, bekas makan dan minum, jarum suntik, berhubungan seks dan lain sebagainya. Berhubungan seks merupakan kontak langsung yang paling mudah terinfeksi/tertular dari berbagai macam penyakit menular.

Penyakit menular seksual dikenal dengan istilah infeksi menular seksual. Penyakit menular seksual adalah penyakit atau infeksi yang umumnya ditularkan melalui hubungan seks yang tidak aman. Penyebaran bisa melalui darah, sperma, cairan vagina atau pun cairan tubuh lainnya. Virus yang menyebabkan penyakit menular seksual salah satu nya ialah penyakit kutil kelamin. Kutil Kelamin atau kutil genital adalah penyakit menular seksual yang disebabkan oleh virus yang dikenal sebagai *human papillomavirus* (Jevuska, 2019).

Human papillomavirus (HPV) adalah infeksi menular seksual yang umum dan telah di tunjukkan dalam studi epidemiologis dan molekuler sebagai agen etiologi yang diperlukan untuk kanker serviks. Setidaknya tipe HPV menginfeksi area genital, dimana di klasifikasikan sebagai risiko tinggi, yaitu memiliki potensi onkogeni. Tipe HPV adalah tipe risiko tinggi yang paling umum, terhitung lebih dari setengah (56%) dari semua kanker serviks. Infeksi persisten dengan tipe risiko tinggi adalah faktor risiko paling penting untuk kanker serviks. Infeksi HPV yang berlangsung lama dan tidak menentu ini berarti bahwa program skrining dapat mendeteksi dan mengobati penyakit dini dan mencegah perkembangan menjadi kanker serviks. Infeksi HPV ini memiliki variasi yang berbeda di dalam spesies bakteri dan virus atau diantara sel-sel kekebalan individu yang berbeda yang dikenal sebagai serovar atau serotipe (Barnabas, 2006).



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.

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 disebabkan oleh HPV. Sebenarnya, 2 vaksin pencegah infeksi HPV yang telah ditemukan sangat efisien dan cocok pada wanita. Beberapa model deterministik telah dikembangkan untuk menilai dampak potensial dari vaksinasi terhadap HPV (Ribassin, 2010).

Hal tersebut yang membuat penulis tertarik untuk mengulas model matematika, yang sebelumnya juga dibahas dalam beberapa jurnal, yaitu jurnal “A SIS Model for Human Pappillomavirus Transmission oleh Ribassin dan Majed, 2010” yang membahas mengenai bagaimana bentuk model SIS penyebaran dari HPV dan menyimpulkan bahwa jika jumlah reproduksi yang divaksinasi lebih besar dari satu, keseimbangan bebas penyakit (DFE) tidak stabil dan membuktikan keberadaan dan kemilikan keseimbangan endemik. “Global Stability of Equilibria in a Two-Sex HPV Vaccination Model oleh Elbasha, 2007” yang membahas mengenai kestabilan global titik ekuilibrium dalam heteroseksual model vaksinasi HPV dan menyimpulkan bahwa jika jumlah reproduksi efektif lebih besar dari satu, ada keseimbangan bebas-infeksi yang tidak stabil secara lokal dan keseimbangan endemik yang stabil secara asimptot yang global.

Selanjutnya di bahas kembali pada jurnal “Kestabilan Global Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit Pada Model SIS Transmisi *Human Papillomavirus* (HPV) Dengan Populasi Berbeda oleh Asandi, 2018” yang membahas mengenai eksistensi titik ekuilibrium dan kestabilan global titik ekuilibrium bebas penyakit dan



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.

menyimpulkan Titik ekuilibrium bebas penyakit ditentukan dengan menyelesaikan persamaan pada model SIS dan diuji kestabilannya dengan melakukan linearisasi menggunakan matriks jacobian dan menentukan *Next Generation Matrixs* (NGM) dengan syarat R_0 terpenuhi. dan “Analisis Kestabilan Lokal Pada Model Matematika Kanker Serviks Akibat *Human Papillomavirus* (HPV) oleh Puspitasari, 2019” yang membahas mengenai pembuatan model matematika menjadi salah satu solusi untuk menggambarkan penyebaran populasi kanker serviks dan menyimpulkan untuk mengidentifikasi dan menganalisis model melalui eksistensi titik ekuilibrium dan kestabilan lokal melalui proses linearisasi.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengulas kembali jurnal “A SIS model for *Human Papillomavirus* transmission oleh Ribassin, 2010” dengan bahan endemik penyakit model SIS pada HPV dan menambahkan simulasi numerik dari jurnal tersebut. Oleh karena itu, penulis tertarik mengkajinya kembali dengan judul **“Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Pada Model SIS Transmisi *Human Papillomavirus* (HPV) dengan Populasi Berbeda”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang permasalahan diatas penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk model matematika penyebaran virus HPV?
2. Bagaimana titik ekuilibrium endemik model matematika penyebaran virus HPV?
3. Bagaimana analisa kestabilan penyebaran virus HPV ?
4. Bagaimana simulasi numerik dari model penyebaran virus HPV ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam hal ini di fokuskan pada kestabilan global ekuilibrium endemik model SIS transmisi HPV pada populasi heteroseksual. Dalam penelitian ini penulis akan membatasi masalah hanya membahas mengenai model matematika penyebaran virus



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.

HPV pada jurnal Ribassin dan Majed dengan menambahkan simulasi numerik pada kestabilan global ekuilibrium endemik.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari permasalahan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menjelaskan bentuk model matematika penyebaran virus HPV.
2. Untuk menguraikan kembali titik ekuilibrium endemik model matematika penyebaran virus HPV.
3. Untuk mengetahui analisa kestabilan penyebaran virus HPV.
4. Untuk mengetahui penyebaran virus HPV secara numerik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memahami kestabilan titik ekuilibrium endemik model penyebaran virus HPV.
2. Memberikan kontribusi dalam bidang matematika terapan.
3. Mengetahui penerapan ilmu matematika dalam dunia nyata.
4. Dapat di jadikan sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya tentang model matematika penyebaran virus HPV.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung untuk bagian pembahasan.

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 III Metodologi Penelitian

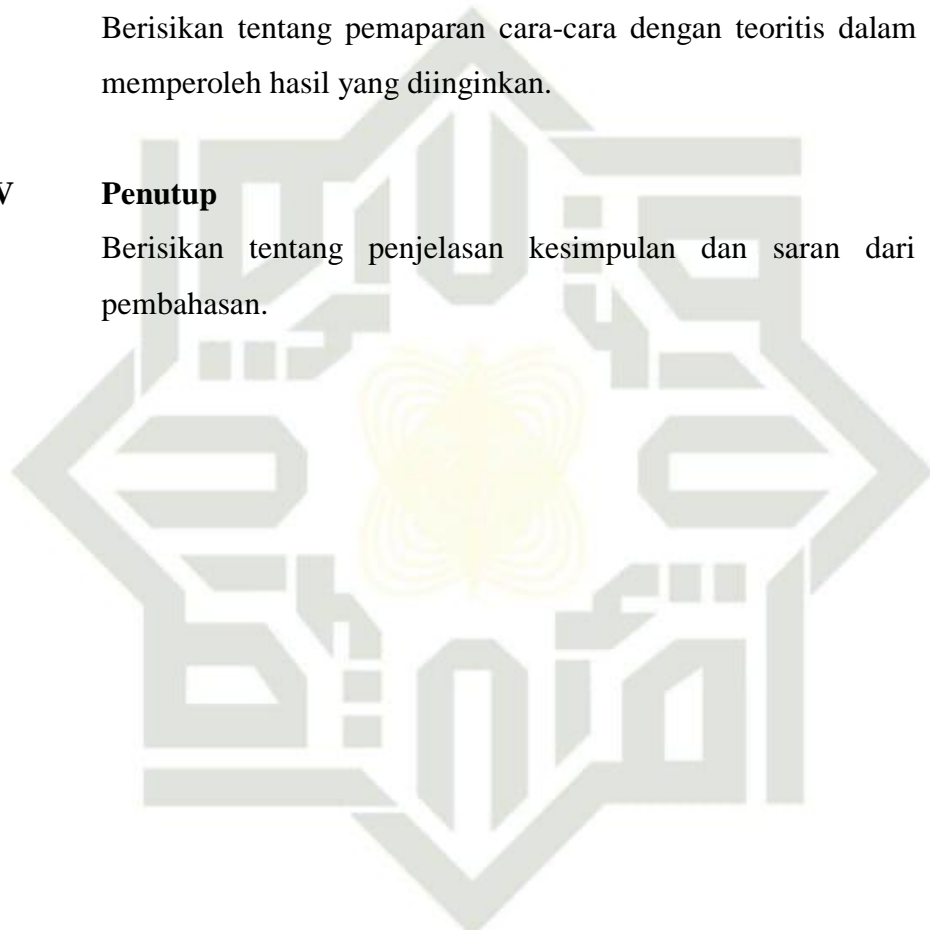
Berisi tentang studi pustaka atau literatur, yaitu dengan membaca buku-buku, jurnal, tugas akhir dan sumber-sumber lainnya yang mendukung pembahasan.

BAB IV Pembahasan

Berisikan tentang pemaparan cara-cara dengan teoritis dalam memperoleh hasil yang diinginkan.

BAB V Penutup

Berisikan tentang penjelasan kesimpulan dan saran dari pembahasan.



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 II

LANDASAN TEORI

2.1 Human Papillomavirus

Human Papillomavirus (HPV) adalah virus yang menyebabkan infeksi menular seksual. Ada lebih dari 40 jenis HPV yang dapat menginfeksi kelamin laki-laki dan perempuan. Beberapa jenis HPV juga dapat menginfeksi mulut dan tenggorokan. Kebanyakan orang yang terinfeksi dengan HPV bahkan tidak tahu mereka memilikinya. Dalam 90% kasus, sistem kekebalan tubuh secara alami membersihkan HPV dalam waktu dua tahun. Tapi, kadang-kadang, infeksi HPV tidak hilang dan dapat menyebabkan:

1. Kutil kelamin.
2. Kutil di tenggorokan.
3. Kanker serviks dan kanker lainnya yang kurang umum tapi serius, seperti kanker vulva, vagina, penis, anus, dan orofaring.

Jenis-jenis HPV yang dapat menyebabkan kutil kelamin tidak sama dengan jenis yang dapat menyebabkan kanker. Tidak ada cara untuk mengetahui apakah orang yang mendapatkan HPV akan terus mengembangkan kanker atau masalah kesehatan lainnya (Sinatra, 2019).

2.2 Pencegahan dan Gejala-Gejala Infeksi HPV

Telah diketahui bahwa pemeriksaan awal terhadap kanker serviks dapat menurunkan angka kematian secara signifikan di negara berkembang, namun tidak semua wanita di negara-negara tersebut mampu menjangkau layanan kesehatan yang ada. Oleh karena itu, akan lebih baik jika mampu melakukan pencegahan sebelum terjadi infeksi HPV. Saat ini, ada harapan pencegahan dengan pemberian vaksin (imunisasi) (Stanley, 2006).

HPV cenderung tidak menimbulkan gejala sehingga jarang disadari oleh orang yang terinfeksi. Sistem kekebalan tubuh biasanya akan memberantas infeksi



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.

HPV sebelum virus ini menyebabkan gejala sehingga tidak membutuhkan penanganan khusus. Jika infeksi HPV sampai pada tahap menimbulkan gejala, indikasi utama adalah tumbuhnya kutil. Jenis kutil terbagi ke dalam empat kategori, yaitu kutil biasa, kutil kelamin, kutil plantar atau mata ikan, dan kutil pipih. Tekstur kulit yang ditumbuhi kutil akan terasa kasar, keras, dan agak menonjol. Kutil kelamin dan kutil pipih umumnya tidak terasa sakit. Kutil kelamin hanya terasa gatal. Kutil plantar yang tumbuh pada telapak kaki sering menimbulkan rasa sakit terutama saat berjalan. Selain menyebabkan kutil, terhadap dua jenis infeksi HPV pada kelamin yang menjadi pemicu utama kanker serviks yaitu HPV 16 dan 18. Jenis HPV ini, umumnya menumbuhkan kutil atau gejala-gejala lain sehingga sulit di sadari oleh para wanita.

2.3 Penularan Virus HPV

Infeksi HPV dianggap hanya dapat ditularkan melalui hubungan seksual, namun HPV dapat juga menginfeksi daerah *anogenital* (daerah sekitar anus dan genital). Perlu diingat bahwa HPV dapat ditularkan melalui kontak kulit (*skin to skin contact*), melalui jari-jari, pada waktu melakukan masturbasi dan onani ataupun melalui alat bantu seksual (*sex toys*). Bukti lain menyatakan bahwa HPV juga ditemukan pada wanita yang diketahui tidak mempunyai riwayat melakukan kontak seksual dengan pria, sehingga meperkuat dugaan adanya cara penularan lain selain melalui kontak seksual. Lagipula, remaja yang mempunyai riwayat tidak melakukan kontak seksual namun tetap melakukan kebiasaan seksual, seperti tersebut di atas, tetap mempunyai resiko tertular HPV, dan pada remaja yang menggunakan kondom pada waktu melakukan kontak seksual tetap terinfeksi HPV pada daerah epitel kulit yang tidak terlindungi oleh kondom (Winer, 2003).

2.4 Pemodelan Matematika

Pemodelan matematika merupakan proses perubahan antara dunia nyata dan matematika secara dua arah. Hal ini mengisyaratkan proses pemodelan tidak hanya memodelkan dunia nyata kedalam model matematika saja akan tetapi juga bagaimana



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.

representasi matematika dalam dunia nyata. Diantara kedua proses tersebut terdapat proses analisis matematis. Proses pemodelan diawali dengan mengkonsepkan beberapa situasi masalah. Dilanjutkan dengan penyederhanaan, penstrukturalan, dan membuat situasi menjadi lebih tepat sesuai dengan pengetahuan, tujuan dan minat pemecah masalah yang kemudian mengarah pada spesifikasi masalah. Pengumpulan data juga dapat dilakukan ketika dibutuhkan. Melalui proses matematisasi, objek yang relevan, data, relasi, kondisi dan asumsi dari domain di luar matematika diubah ke dalam matematika. Proses ini menghasilkan model matematika dari masalah yang diidentifikasi. Metode matematis kemudian digunakan untuk memperoleh solusi matematis dari masalah. Proses tidak berhenti setelah diperoleh solusi. Solusi tersebut perlu untuk diterjemahkan kembali dalam domain di luar matematika atau sesuai dengan konteksnya (Sari, 2015).

2.5 Model SIS

Model SIS merupakan model matematika untuk mendiskripsikan suatu penyakit dimana penderita yang terinfeksi tidak memiliki kekebalan imun untuk tercegah terjangkitnya penyakit tersebut kembali. Populasi dalam model matematika ini terbagi menjadi 2 kelas yaitu kelas *Susceptible* (S) yaitu populasi yang sehat dan rentan terjangkit penyakit, dan kelas *Infected* (I) yaitu populasi yang terinfeksi suatu penyakit. Dalam model SIS, individu dalam kelas infeksi dapat sembuh dengan vaksinasi atau sembuh secara alami, sehingga masuk ke dalam kelas sehat, tetapi kesembuhan itu tidak mengakibatkan individu tersebut kebal, sehingga memungkinkan terinfeksi kembali dan masuk kelas infeksi. Untuk lebih ringkasnya dapat dilihat pada diagram dibawah.



Gambar 2.1 Diagram SIS

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.

2.6 Sistem Persamaan Differensial

Persamaan differensial adalah suatu persamaan yang melibatkan turunan dari satu atau lebih variabel terikat terhadap satu atau lebih variabel bebas, sedangkan sistem persamaan differensial terdiri dari beberapa persamaan differensial linear dan nonlinear.

Apabila terdapat beberapa persamaan differensial, maka akan terbentuk suatu sistem persamaan differensial. Bentuk umum dari suatu sistem persamaan differensial orde pertama adalah sebagai berikut (Perko, 2001):

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \frac{dx_2}{dt} &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ &\vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned} \tag{2.1}$$

Persamaan differensial (2.1) dapat di tulis sebagai persamaan vektor dengan vektor kolom $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ dan $f = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T$. Sistem persamaan differensial (2.1) dapat ditulis sebagai berikut:

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

Solusi dari (2.2) adalah sekumpulan fungsi differensial dari n pada suatu interval $a < t < b$

$$x_1 = h_1(t), \dots, x_n = h_n(t)$$

yang memenuhi (2.2) pada interval $a < t < b$.

Sistem persamaan (2.1) adalah sistem linear jika fungsi linear dalam x_1, x_2, \dots, x_n dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= a_{11}(t)x_1 + a_{12}(t)x_2 + a_{13}(t)x_3 + \dots + a_{1n}(t)x_n \\ \frac{dx_2}{dt} &= a_{21}(t)x_1 + a_{22}(t)x_2 + a_{23}(t)x_3 + \dots + a_{2n}(t)x_n \\ &\vdots \end{aligned}$$



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.

$$\frac{dx_n}{dt} = a_{n1}(t)x_1 + a_{n2}(t)x_2 + a_{n3}(t)x_3 + \dots + a_{nn}(t)x_n \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) dapat ditulis menjadi:

$$x = Ax + g \quad (2.4)$$

dengan

$$A = \begin{bmatrix} a_{11}(t) & \dots & a_{1n}(t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}(t) & \dots & a_{nn}(t) \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, g = \begin{bmatrix} g_1(t) \\ \vdots \\ g_n(t) \end{bmatrix}.$$

Sistem disebut homogeny jika $g = 0$, sehingga:

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

Jika $g \neq 0$, maka Sistem (2.4) disebut non homogen.

2.7 Titik Ekuilibrium dan Analisis Kestabilan

Suatu sistem persamaan diferensial dikatakan setimbang jika sistem tersebut tidak mengalami perubahan sepanjang waktu (konstan). Dalam model ini, terdapat dua titik ekuilibrium pada model matematika penyebaran virus HPV, yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik penyakit. Titik ekuilibrium bebas penyakit terjadi jika dalam suatu populasi tidak terdapat individu yang terinfeksi penyakit dan titik ekuilibrium endemik penyakit yaitu suatu keadaan dimana dalam populasi tersebut selalu terdapat individu yang terinfeksi penyakit.

Analisis kestabilan dilakukan untuk mengetahui informasi yang menggambarkan perilaku sistem pada titik ekuilibrium. Keadaan setimbang tersebut dikatakan stabil jika semua solusi yang dekat dengan titik ekuilibrium menuju titik ekuilibrium tersebut. Berikut ini diberikan definisi tentang titik ekuilibrium dan kestabilan:

Definisi 2.1 (Perko, 1991) Titik $\bar{x} \in R^n$ disebut titik ekuilibrium jika $f(\bar{x}) = 0$


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.

Contoh 2.1

Diberikan system persamaan diferensial yaitu:

$$f(x) = \begin{pmatrix} x_1x_2 + x_1 \\ x_1^2 + x_2 \end{pmatrix}$$

Tentukan titik ekuilibrium dari system persamaan diferensial tersebut.

Penyelesaian. Titik ekuilibrium dapat di peroleh jika $f(x) = 0$, sehingga system tersebut menjadi

$$x_1x_2 + x_1 = 0$$

atau dapat di tulis menjadi

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

 Berdasarkan persamaan tersebut di peroleh $\bar{x}_1 = 0$ atau $\bar{x}_2 = -1$,

 Jika $\bar{x}_1 = 0$ dan menurut persamaan

$$x_1^2 + x_2 = 0,$$

 Maka di peroleh $\bar{x}_2 = 0$ sehingga di dapat titik ekuilibrium $E_1 = (0,0)^T$.

 Jika $\bar{x}_2 = -1$ dan menurut persamaan

$$x_1^2 + x_2 = 0,$$

 Maka di peroleh $\bar{x}_1 = 1$ sehingga di dapat titik ekuilibrium $E_2 = (1, -1)^T$.

Selanjutnya akan di berikan definisi kestabilan di titik ekuilibrium.

Definisi 2.2 (Widodo, 2007) Titik ekuilibrium x yang memenuhi $f(x) = 0$ dikatakan:

1. Stabil jika untuk setiap $\varepsilon > 0$ terdapat $\delta(\varepsilon) > 0$, sedemikian sehingga untuk setiap solusi $x(t)$ yang memenuhi $\|x(t, x_0) - \bar{x}\| < \delta$ yang berakibat $\|x(t, x_0) - \bar{x}\| < \varepsilon$, untuk setiap $t \geq 0$
2. Stabil asimtotik jika \bar{x} stabil dan terdapat $\delta_1 > 0$, sehingga $\|x(t, x_0) - \bar{x}\| < \delta_1$ yang berakibat $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t, x_0) - \bar{x}\| = 0$
3. Tidak stabil jika titik ekuilibrium tidak memenuhi (1).

Kestabilan titik ekuilibrium x dapat di tentukan dengan memperhatikan nilai-nilai eigen, yaitu $\lambda_i = 1, 2, \dots, n$ yang diperoleh dari persamaan karakteristik.



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.

Definisi 2.3 (Strogatz, 1994) Misalkan di berikan SPD linier sebagai berikut:

$$\dot{x} = Ax \tag{2.6}$$

dengan

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

Maka persamaan karakteristik SPD pada Persamaan (2.6), yaitu $(A - \lambda I)x = 0$ dapat di tulis menjadi:

$$a\lambda^2 - b\lambda + c = 0, \tag{2.7}$$

Maka dari Persamaan (2.7) diperoleh nilai-nilai eigen sebagai berikut:

$$\lambda_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \tag{2.8}$$

Kestabilan dari titik ekuilibrium dapat ditentukan berdasarkan nilai eigen dari matriks Jacobian. Kriteria kestabilan titik ekuilibrium dapat disajikan pada teorema berikut:

Teorema 2.1 (Subiono, 2010) Diberikan persamaan diferensial $\dot{x} = Ax$ dengan A adalah matriks berukuran $n \times n$ memiliki k nilai eigen yang berbeda $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ dengan $k \leq n$.

a. titik ekuilibrium \dot{x} dikatakan stabil asimtotik, jika dan hanya jika $\exists R_e(\lambda_i) < 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.

b. Titik ekuilibrium \dot{x} dikatakan stabil, jika dan hanya jika $\exists R_e(\lambda_i) \leq 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.

c. Titik ekuilibrium \dot{x} dikatakan tidak stabil, jika dan hanya jika $\exists R_e(\lambda_i) > 0$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$.

Contoh 2.2

Diberikan persamaan differensial sebagai berikut:



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

$$\frac{dx_1}{dt} = -2x_1 + x_2$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 2x_1 - 3x_2$$

dengan titik ekuilibrium:

$$-2x_1 + x_2 = 0$$

$$2x_1 - 3x_2 = 0$$

-----+

$$-2x_2 = 0$$

$$x_2 = 0$$

$$-2x_1 + x_2 = 0$$

$$-2x_1 = 0$$

$$x_1 = 0$$

Diperoleh $(x_1^*, x_2^*) = (0,0)$

$$Jf(x_1, x_2) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \end{bmatrix}$$

dengan $f_1(x_1, x_2) = -2x_1 + x_2$ dan $f_2(x_1, x_2) = 2x_1 - 3x_2$, kemudian ditentukan terlebih dahulu turunan dari masing-masing fungsi terhadap variabelnya, sehingga di peroleh:

$$\frac{\partial f_1(x_1, x_2)}{\partial x_1} = -2$$

$$\frac{\partial f_1(x_1, x_2)}{\partial x_2} = 1$$



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.

$$\frac{\partial f_2(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 2$$

$$\frac{\partial f_2(x_1, x_2)}{\partial x_2} = -3$$

Turunan yang telah diperoleh kemudian di bentuk kedalam matriks jacobian sebagai berikut:

$$Jf(x_1, x_2) = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -3 \end{bmatrix}$$

Kemudian akan di cari nilai eigen

$$\det(\lambda I - Jf_1(x_1, x_2)) = 0$$

$$\det\left(\lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -3 \end{bmatrix}\right) = 0$$

$$\det\left(\begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -3 \end{bmatrix}\right) = 0$$

$$\det \begin{bmatrix} \lambda + 2 & -1 \\ -2 & \lambda + 3 \end{bmatrix} = 0$$

Sehingga didapatkan persamaan karakteristiknya sebagai berikut:

$$(\lambda + 2)(\lambda + 3) - (-2)(-1) = 0$$

$$(\lambda + 2)(\lambda + 3) - 2 = 0$$

$$\lambda^2 + 3\lambda + 2\lambda + 6 - 2 = 0$$

$$(\lambda + 4)(\lambda + 1) = 0$$

$$\lambda_1 = -4$$

$$\lambda_2 = -1$$

Dapat dilihat nilai eigen $[\lambda_1, \lambda_2]$ dari matrik jacobian $Jf(x_1, x_2)$ mempunyai bagian real negative. Berdasarkan Teorema 2.1 maka titik ekuilibrium $(0,0)$ adalah stabil asimtotik.

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.

2.8 Nilai Eigen dan Vektor Eigen

Secara formal definisi nilai eigen dan vector eigen adalah sebagai berikut:

Definisi 2.4 (Anton, 1987) Misalkan A adalah matriks $n \times n$, maka vector x yang tidak nol di R disebut vector eigen (*eigen vector*) dari A jika Ax adalah kelipatan skalar dari x , yaitu:

$$Ax = \lambda x \tag{2.9}$$

untuk λ suatu skalar. Skalar λ dinamakan nilai eigen (*eigen value*) dari A .

Persamaan (2.9) biasa di tulis sebagai

$$\begin{aligned} Ax &= \lambda x \\ Ax - \lambda x &= 0 \\ (A - \lambda)x &= 0 \end{aligned} \tag{2.10}$$

Persamaan (2.10) memiliki pecahan jika dan hanya jika $\det(A - \lambda) = 0$.

Contoh 2.3

Diketahui matriks

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 6 & -1 \end{bmatrix}$$

Tentukan vektor-vektor eigen dari matriks A .

Penyelesaian:

Diberikan matriks $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 6 & -1 \end{bmatrix}$, maka

$$\begin{aligned} \det(A - \lambda I) &= 0 \\ \det \begin{bmatrix} 1 - \lambda & 0 \\ 6 & -1 - \lambda \end{bmatrix} &= 0 \\ (1 - \lambda)(-1 - \lambda) &= 0 \\ \det \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 6 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} &= 0 \\ 6x_1 - 2x_2 &= 0 \\ x_1 &= \frac{1}{3}x_2 \end{aligned}$$



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.

Misal $x_2 = t$, maka $x_1 = \frac{1}{3}t$

$$x = \begin{bmatrix} \frac{1}{3}t \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \\ 1 \end{bmatrix} t$$

Jadi, vektor eigen yang bersesuaian dengan $\lambda_1 = 1$ adalah $x_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \\ 1 \end{bmatrix}$

Untuk $\lambda_2 = -1$

$$\det \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 6 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} 2x_1 = 0 \\ 6x_1 = 0 \end{cases}$$

maka $x_1 = 0$, misal $x_2 = t$

$$x = \begin{bmatrix} 0t \\ 1t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} t$$

Jadi, vektor eigen yang bersesuaian dengan $\lambda_2 = -1$ adalah $x_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

2.9 Matrik Jacobian

Diberikan sistem sebagai berikut.

$$\dot{x} = f(x) \tag{2.11}$$

Jika Persamaan (2.11) mempunyai titik ekuilibrium \bar{x} maka Persamaan (2.11) dapat ditulis sebagai:

$$\dot{x} = Df(\bar{x})x + \varphi(x) \tag{2.12}$$

Bentuk $\varphi(x)$ disebut sebagai bagian nonlinier dari Persamaan (2.11) dan $Df(\bar{x})$ disebut sebagai bagian linier dari Persamaan (2.11), dengan $Df(\bar{x})$ disebut sebagai matriks Jacobian dari Persamaan (2.11) pada titik ekuilibrium x .

Definisi 2.5 (Clark, 1999) Matriks yang berhubungan dengan sebuah fungsi f :

$R^n \rightarrow R^n$ yang memiliki koordinat fungsi f_1, f_2, \dots, f_m dengan entri (i,j) dari turunan parsial pertama dari atas daerah asal fungsi f .

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.

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1}(x_0) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n}(x_0) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1}(x_0) & \cdots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n}(x_0) \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

Jika $Df(\bar{x})$ tidak mempunya nilai eigen dengan $R_e\{\lambda_j\} = 0$ maka sifat kestabilan Persamaan (2.11) dapat di lihat dari persamaan

$$\dot{x} = Df(\bar{x})x \quad (2.14)$$





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 III METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan penulis pada penelitian ini adalah dengan cara studi literatur, yaitu mempelajari buku-buku atau jurnal-jurnal yang berkaitan dengan pokok permasalahan. Prosedur permasalahan ini diawali dengan populasi yang terdiri dari dua kompartement (subpopulasi), yakni:

a. **S(t)** : *Susceptible*, yaitu menyatakan jumlah individu yang sehat dan rentan terhadap virus HPV

b. **I(t)** : *Infectible*, yaitu menyatakan jumlah individu yang terinfeksi dan menularkan terhadap virus HPV

Pada penelitian ini akan mengkaji model SIS untuk transmisi HPV pada populasi heteroseksual yang aktif. Yang berarti memperhitungkan jenis kelamin perempuan (X) dan laki-laki (Y) pada tiap subpopulasi. Pengembangan model deterministik menggunakan (SIS) struktur *rentan-terinfeksi-rentan* dan vaksinasi diperhitungkan. Vaksinasi yang diperhitungkan pada jenis kelamin perempuan dan laki-laki masing-masing dinyatakan dalam (V) dan (W). Untuk lebih detailnya, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat asumsi yang melibatkan parameter dan variabel
2. Mengidentifikasi parameter dan variabel yang digunakan dalam model.

No	Parameter dan Variabel	Keterangan
1	X_S	Subpopulasi perempuan rentan penyakit
2	X_I	Subpopulasi perempuan terinfeksi penyakit
3	Y_S	Subpopulasi laki-laki rentan penyakit
4	Y_I	Subpopulasi laki-laki terinfeksi penyakit
5	V_S	Subpopulasi perempuan rentan yang telah divaksin
6	V_I	Subpopulasi perempuan terinfeksi yang telah divaksin

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	WS	Subpopulasi laki-laki rentan yang telah divaksin
8	WI	Subpopulasi laki-laki terinfeksi yang telah divaksin
9	ϕ_f	Laju vaksinasi perempuan
10	ϕ_m	Laju vaksinasi laki-laki
11	Λ	Anggota baru yang masuk kedalam populasi aktif seksual
12	λ_f	Daya tahan infeksi perempuan
13	λ_m	Daya tahan infeksi laki-laki
14	Δ	Laju imun
15	μ	Laju kematian subpopulasi
16	δ	Laju Sembuh
17	σ_f	Laju terinfeksi perempuan
19	σ_m	Laju terinfeksi laki-laki
20	T	Tingkat proteksi vaksin

Tabel 3.1 Parameter dan variabel model SIS *Human Papillomavirus* (HPV)

3. Model matematika dari parameter untuk setiap subpopulasi yang di peroleh dari asumsi-asumsi yang telah di berikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{dX_S}{dt} &= (1 - \phi_f)\Lambda - \lambda_f X_S + \delta X_I - \mu X_S \\
 \frac{dX_I}{dt} &= \lambda_f X_S - (\delta + \mu)X_I \\
 \frac{dY_S}{dt} &= (1 - \phi_m)\Lambda - \lambda_n Y_S + \delta Y_I - \mu Y_S \\
 \frac{dY_I}{dt} &= \lambda_n Y_S - (\delta + \mu)Y_I \\
 \frac{dV_S}{dt} &= \phi_f \Lambda - (1 - \tau)\lambda_f V_S + \delta V_I - \mu V_S \\
 \frac{dV_I}{dt} &= (1 - \tau)\lambda_f V_S - (\delta + \mu)V_I \\
 \frac{dW_S}{dt} &= \phi_m \Lambda - (1 - \tau)\lambda_m W_S + \delta W_I - \mu W_S \\
 \frac{dW_I}{dt} &= (1 - \tau)\lambda_n W_S - (\delta + \mu)W_I
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

4. Menentukan titik ekuilibrium dari model yang di peroleh yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik. Dalam hal ini

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.

yang akan di bahas yaitu titik ekuilibrium endemik.

Menganalisa kestabilan dari titik ekuilibrium endemik yang di dapat.

Membuat simulasi numerik dengan menggunakan *software Maple* dan *Matlab*.

Meyimpulkan hasil yang di peroleh secara keseluruhan.



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 V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan yang telah di lakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Model matematika pada model SIS transmisi *Human Papillomavirus* (HPV) tanpa vaksinasi membentuk suatu sistem persamaan deferensial yang terdiri dari empat persamaan yaitu:

$$\frac{dX_S}{dt} = \Lambda - \lambda_f X_S + \delta X_I - \mu X_S \quad (5.1)$$

$$\frac{dX_I}{dt} = \lambda_f X_S - (\delta + \mu) X_I \quad (5.2)$$

$$\frac{dY_S}{dt} = \Lambda - \lambda_n Y_S + \delta Y_I - \mu Y_S \quad (5.3)$$

$$\frac{dY_I}{dt} = \lambda_n Y_S - (\delta + \mu) Y_I \quad (5.4)$$

dengan total populasi $N = N_f + N_m$ dengan N_f merupakan jumlah dari subpopulasi perempuan yang rentan dan subpopulasi perempuan yang terinfeksi, dan N_m merupakan jumlah dari subpopulasi laki-laki yang rentan dan subpopulasi laki-laki yang terinfeksi.

Terdapat titik ekuilibrium endemik ($P_1 = X_S^{**}, X_I^{**}, Y_S^{**}, Y_I^{**}$).

$$X_S^{**} = \frac{N[N\mu(\delta+\mu)^2 + \Lambda\sigma_m(\delta+\mu)]}{\sigma_m(\Lambda\sigma_f + N\delta\mu + N\mu^2)} \quad (5.5)$$

$$X_I^{**} = \frac{\Lambda^2\sigma_f\sigma_m - N^2\mu^2(\delta+\mu)^2}{\mu\sigma_m(N\delta\mu + \Lambda\sigma_f + N\mu^2)} \quad (5.6)$$

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.

$$Y_S^{**} = \frac{N[N\mu(\delta+\mu)^2 + \Lambda\sigma_f(\delta+\mu)]}{\sigma_f(N\delta\mu + \Lambda\sigma_m + N\mu^2)} \quad (5.7)$$

$$Y_I^{**} = \frac{\Lambda^2\sigma_m\sigma_f - N^2\mu^2(\delta+\mu)^2}{\mu\sigma_f(N\delta\mu + \sigma_m\Lambda + N\mu^2)} \quad (5.8)$$

3 Terdapat kestabilan pada titik ekuilibrium endemik pada model SIS transmisi *Human Papillomavirus* (HPV) tanpa vaksinasi adalah Stabil Asimtotik yang artinya untuk jangka waktu yang lama subpopulasi akan berkurang dan bertambah sehingga pada akhirnya menjadi konstan pada waktu tertentu.

4 Terdapat analisis dengan simulasi numerik pada Gambar (4.2) menjelaskan bahwa subpopulasi terinfeksi akan memungkinkan menginfeksi atau menularkan virus kepada subpopulasi rentan. Artinya, virus masih ada di dalam populasi.

5.2 Saran

Pada tugas akhir ini membahas tentang kestabilan titik ekuilibrium endemik pada model SIS transmisi HPV dengan hanya menambahkan simulasi numerik dengan menggunakan *software Maple13* pada titik ekuilibrium endemik. Oleh karena itu, penulis memberika saran kepada pembaca yang tertarik pada masalah ini untuk menambahkan vaksinasi pada model SIS transmisi HPV atau pembaca bisa menggunakan metode yang berbeda untuk menyelidiki model SIS transmisi HPV.


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

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. “*Aljabar Linear Elementer Edisi Kelima*”. Jakarta: Erlangga. 1987.
- Barnabas, R.V. dkk. “Epidemiology of HPV 16 and Cervical Cancer in Finland and the Potential Impact of Vaccination: Mathematical Modelling Analyses”. *Jurnal of Plos Medicine*. 2006.
- Clark. “*Analysis, Calculus, and Differential Equations*”. Georgia: University of Georgia. 1999.
- Elbasha, E. H. “Global Stability of Equilibria in a Two-Sex HPV Vaccination Model”. Wales Utara: *Jurnal Bulletin of Mathhematical Biology*. 2007.
- Hale, J. K. “*Ordinary Differential Equations*”. Georgia: Dover Publications. 2009.
- Jevuska. “Penyakit Menular Seksual - Pengertian dan Sejenisnya”. <https://www.jevuska.com/category/artikel-kedokteran/kulit/> (di akses tanggal 5 Desember 2019).
- Perko, L. “*Differential Equations Dynamika System*”. New York: Springed-Verlag. 1991.
- Puspitasari, N. “Analisis Kestabilan Lokal Pada Model Matematika Kanker Serviks Akibat Human Papillomavirus (HPV)”. *Jurnal Ilmu Alam dan Teknologi Terapan*. 2019.
- Ribassin, L dan Majed. “*A SIS Model for Human Papillomavirus Transmission*”. Version 1. Villejuif: *Jurnal Institut de Cancerologie Gustave Roussy*. 2010.
- Ripno, J. I. “*Pemodelan Matematika*”. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2012.
- Sari, R. “Literasi Matematika: Apa, Mengapa dan Bagaimana?”. *Jurnal Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta*. 2015.
- Smatra, Y. “Penyebaran Virus HPV Sembuh Selamanya”. <http://pusatpengobatanpenyakitkelamin.blogspot.com/2016/02/penyembuhan-virus-hpv-semuh-selamanya.html> (di akses tanggal 5 Desember 2019).
- Stanley, M. “*HPV vaccines: Best Pract*”. inggris: Department of Pathology. 2006.
- Strogatz. “*Nonlinear Dynamics And Chaos*”. Cambridge: Harvard University. 1994.
- Supiono. “*Matematika Sistem*”. Surabaya: Jurusan Matematika, FMIPA-ITS. 2010.

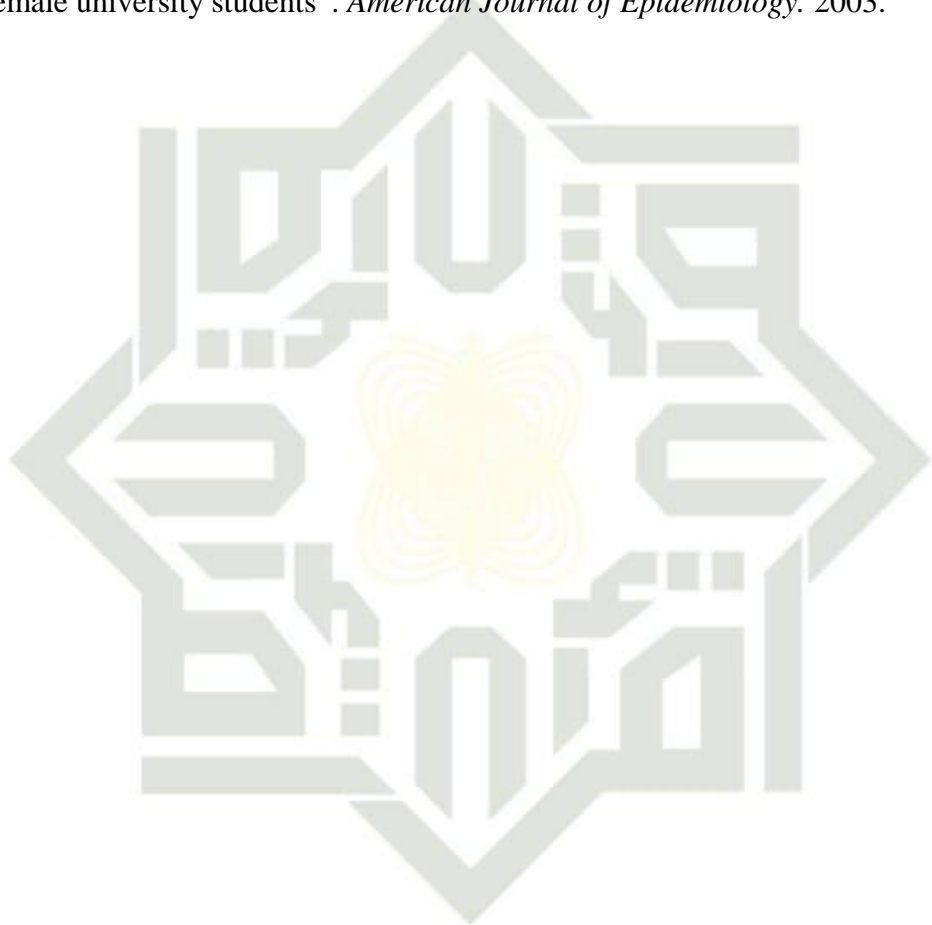
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Suryani, I dan Asandi, A. “Kestabilan Global Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit Pada Model SIS Transmisi Human Papillomavirus (HPV) dengan Populasi Berbeda”. *Jurnal Saint Matematika dan Statistik*. 2019.

Widodo. “*Pengantar Model Matematika*”. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 2007.

Winer, R. L. “Genital human papillomavirus infection: incidence and risk factor in a cohort female university students”. *American Journal of Epidemiology*. 2003.



UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Pekanbaru pada tanggal 22 Maret 1997, sebagai anak pertama dari empat bersaudara pasangan Ayahanda yang bernama Inormal dan Ibunda bernama Asrida Yanti. Penulis menyelesaikan Pendidikan Formal Sekolah Dasar di SD Negeri 026 Rumbai Pesisir tahun 2009. Pada tahun 2012 penulis menyelesaikan Pendidikan Lanjutan Tingkat Pertama di SMP Negeri 015 Pekanbaru dan menyelesaikan Pendidikan Menengah Atas dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SMA Negeri 003 Pekanbaru pada tahun 2015.

Tahun 2015 penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Matematika dengan Program Strata 1 (S1). Penulis melaksanakan Kerja Praktek di Badan Besar Pengawas Obat dan Makanan di jalan Ponegoro No. 10 Telp. (0761) 21496 Fax. (0761) 28755 dan waktu pelaksanaannya adalah selama satu bulan, yang dimulai dari tanggal 28 Januari sampai dengan 27 Februari 2019, dengan judul **“Analisis Jumlah Sarana Distribusi Obat dari Tahun 2015 sampai 2017 Menggunakan Metode Deskriptif ”** yang dibimbing oleh Bapak Wartono, M.Sc yang diseminarkan pada tanggal 03 Juli 2019. Penulis juga menyelesaikan program pengabdian kepada masyarakat yakni Kuliah Kerja Nyata di Desa Rantau Baru Kecamatan Pangkal Kerinci Kabupaten Palalawan. Penulis dinyatakan lulus ujian sarjana pada tanggal 07 Mei 2020 dengan judul Tugas Akhir **“Kestabilan Titik Ekuilibrium Endemik Pada Model SIS Transmisi *Human Papillomavirus* (HPV) dengan Populasi Berbeda”** dengan dosen pembimbing Ibu Irma Suryani, M.Sc.

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.