

MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN VIRUS FLU BURUNG

TUGAS AKHIR

*Diajukan kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Matematika Sebagai
Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**OLEH
ERNIZA SYAHRI
NIM. 73019**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

ABSTRAK

Erniza Syahri : Model Matematika Penyebaran Virus Flu Burung

Flu burung (*avian influenza*) merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh virus avian influenza jenis H5N1. Untuk melihat bagaimana penyebaran virus flu burung, dapat dilakukan dengan memodelkan penyebaran virus tersebut kedalam bentuk model matematika. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memodelkan penyebaran virus flu burung dan menentukan titik tetap serta kestabilan titik tetap dari model penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.

Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan analisis teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan tinjauan kepustakaan. Penelitian ini dimulai dengan membentuk model matematika dari penyebaran virus flu burung dengan menerapkan isolasi, kemudian mencari titik tetap dan menganalisis kestabilan titik tetap, serta interpretasi dari hasil analisis kestabilan titik tetap dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan menerapkan isolasi.

Model matematika penyebaran virus flu burung dengan menerapkan tindakan isolasi yang diperoleh berbentuk model *compartmental* (pembagian kelas-kelas) epidemiologi. Model ini terdiri dari enam kategori kelas yaitu kelas individu yang rentan terinfeksi $S(t)$, kelas individu yang terjangkit $E(t)$, kelas individu yang terinfeksi $I(t)$, kelas individu yang diisolasi $J(t)$, dan kelas individu yang sembuh $R(t)$. Model tersebut ditulis dalam bentuk sistem persamaan diferensial non linear sebagai berikut :

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \frac{\beta S}{N}(I + \varepsilon_E E) - \mu S$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\beta S}{N}(I + \varepsilon_E E) - (\gamma_1 + k + \mu)E$$

$$\frac{dI}{dt} = kE - (\gamma_2 + \sigma_1 + \mu + d_1)I$$

$$\frac{dJ}{dt} = \gamma_1 E + \gamma_2 I - (\sigma_2 + d_2 + \mu)J$$

$$\frac{dR}{dt} = \sigma_1 I + \sigma_2 J - \mu R$$

dengan: $N = S + E + I + J + R$, dimana N merupakan banyaknya individu dalam populasi.

Dari model matematika di atas dilakukan analisis titik tetap dan analisis kestabilan titik tetap. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh dua titik tetap. Pertama, titik tetap bebas penyakit $P_0 = (1,0,0,0,0)$, dimana titik tetap ini merupakan titik tetap yang stabil. Kedua, titik tetap endemik $P^* = (S^*, E^*, I^*, J^*, R^*)$ dimana:

$$S^* = \frac{1}{R_c}$$

$$E^* = \frac{\mu(R_c + 1)}{R_c D_1}$$

$$I^* = \frac{k\mu(R_c + 1)}{R_c D_1 D_2}$$

$$J^* = \frac{\mu(R_c + 1)(\gamma_1 D_2 + \gamma_2 k)}{R_c D_1 D_2 D_3}$$

$$R^* = \frac{(R_c + 1)[\sigma_1 k D_3 + \sigma_2(\gamma_1 D_2 + \gamma_2 k)]}{R_c D_1 D_2 D_3}$$

dimana titik tetap ini juga merupakan titik tetap yang stabil.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayahnya pada penulis sehingga dengan nikmat dan rahmat-Nya, tugas akhir yang berjudul “Model Matematika Penyebaran Virus Flu Burung” telah dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Padang. Penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dewi Murni, M.Si, Pembimbing I sekaligus Penasehat Akademis.
2. Bapak Drs. H. Yarman, M.Pd, Pembimbing II.
3. Ibu Dra. Helma, M.Si, Bapak Muh. Subhan, S.Si, M.Si, dan Bapak Suherman, S.Pd, M.Si, Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Lutfian Almash, MS, Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNP.
6. Staf Administrasi dan Labor Komputasi Matematika FMIPA UNP.
7. Semua pihak yang telah membantu penulisan tugas akhir ini.

Semoga bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada penulis menjadi amal dan mendapat pahala dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini belum sempurna, masih terdapat kesalahan dan kelemahan. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap mudah-mudahan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Padang, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah	4
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Pendekatan Masalah dan Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
G. Metodologi Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
A. Pemodelan Matematika	7
B. Persamaan Diferensial	8
C. Ekspansi Taylor	12
D. Pelinearan	13
E. Teori Kestabilan	14
F. Rasio Reproduksi Dasar (<i>Basic Reproduction Ratio</i>)	18
G. Flu Burung (<i>avian influenza</i>).....	19
BAB III. PEMBAHASAN	
A. Model Matematika Penyebaran Virus Flu Burung dengan Penerapan Isolasi	29
B. Titik Tetap Model Matematika Penyebaran Virus Flu Burung dengan Penerapan Isolasi	35
1. Titik Tetap Bebas Penyakit	36
2. Titik Tetap Endemik.....	36

C. Analisis Kestabilan Titik Tetap Model Matematika Penyebaran	
Virus Flu Burung dengan Penerapan Isolasi	38
1. Analisis Kestabilan TitikTetap Bebas Penyakit	38
2. Analisis Kestabilan Titik Tetap Endemik	40
D. Simulasi untuk Titik Tetap	41
1. Simulasi Kestabilan Titik Tetap Bebas Penyakit	41
2. Simulasi Kestabilan Titik Tetap Endemik.....	44
E. Interpretasi	47
BAB IV. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	49
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kriteria Kestabilan dari Titik Tetap	17
2. Diagram Model Dasar Penyebaran Virus Flu Burung	25
3. Diagram Penyebaran Virus Flu Burung dengan Penerapan Isolasi	31
4. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Bebas Penyakit.....	42
5. Trayektori di Sekitar Titik Tetap Endemik	45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
I. Penurunan Titik Tetap Bebas Penyakit dan Titik Tetap Endemik dari Model Dasar Penyebaran Virus Flu Burung.....	54
II. Penurunan Persamaan Model Matematika yang Telah Diskala dari Persamaan (11).....	58

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Penyakit influenza unggas (*avian influenza*), atau yang lebih dikenal sebagai penyakit flu burung, pertama kali dilaporkan pada tahun 1878 sebagai wabah yang menjangkiti ayam dan burung di Italia, yang disebut juga sebagai penyakit “Lombardia” (Mohamad, 2007:1). Saat ini flu burung diketahui telah menyerang hampir seluruh Negara di Asia, Rusia, Australia, Itali, Chile, Meksiko, Belanda, Belgia dan Jerman serta Amerika dan saat ini merambah Afrika. Di Indonesia, jumlah penderita flu burung positif pada bulan Oktober 2010 mencapai 103 orang dan 82 di antaranya meninggal dunia. Tingginya angka kematian (sekitar 79,6%) dari jumlah penderita flu burung positif di Indonesia tersebut menempatkan Negara kita di urutan ke-2 di dunia setelah Vietnam. Jelas saja kondisi ini membuat orang khawatir akan ancaman flu burung (<http://www.majalahinfovet.com/2007/09/html>).

Flu burung merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh virus avian influenza jenis H5N1 yang terdapat pada burung liar. Penyakit ini menular dari unggas ke unggas, dan dari unggas ke manusia. Penyakit ini dapat menular melalui udara yang tercemar virus H5N1 yang berasal dari kotoran atau sekreta unggas yang menderita flu burung. Penularan dari unggas ke manusia juga dapat terjadi jika manusia telah menghirup udara yang mengandung virus flu burung atau kontak langsung dengan unggas yang terinfeksi flu burung (Tamher dan Noorkasiani, 2008:89). Secara umum virus

flu burung tidak menyerang manusia, namun beberapa tipe tertentu dapat mengalami mutasi lebih ganas dan menyerang manusia (Arif dan Setiawan, 2009:54).

Tidak hanya berdampak pada bidang kesehatan, wabah flu burung yang sangat patogen secara keseluruhan dapat mengakibatkan kehancuran bagi industri ternak unggas, apalagi bagi peternak individual di wilayah yang terserang. Bagi negara berkembang yang memerlukan unggas dan telur sebagai sumber utama protein, dampak wabah ini terhadap keadaan gizi rakyatnya juga sangat besar. Sekali wabah sudah meluas, pengendaliannya semakin sulit dilakukan dan mungkin memerlukan waktu sampai bertahun-tahun (Mohamad, 2007:24).

Memodelkan proses penyebaran penyakit akan mempermudah dalam mengenali dinamika penyebaran penyakit dalam suatu populasi. Model yang paling umum dalam dinamika penyebaran penyakit di antaranya adalah model SIS (*Susceptible, Infected, Susceptible*), model SIR (*Susceptible, Infected, Recovered*) dan model SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*). Dimana *Susceptible* merupakan suatu kondisi individu yang rentan terserang penyakit, *Exposed* merupakan suatu kondisi individu yang telah memperlihatkan gejala-gejala terinfeksi tetapi bukan penginfeksi atau disebut juga dengan individu terjangkit, *Infected* merupakan suatu kondisi individu yang terinfeksi penyakit dan *Recovered* merupakan suatu kondisi dimana individu telah sembuh atau terbebas dari penyakit.

Untuk melihat bagaimana penyebaran virus flu burung, dapat dilakukan dengan memodelkan penyebaran virus tersebut kedalam bentuk model matematika. Lebih khususnya lagi, berbentuk model *compartmental* (pembagian kelas-kelas) epidemiologi. Untuk memodelkan penyebaran virus flu burung, digunakan pendekatan model penyebaran penyakit tipe SEIR. Hal ini dikarenakan, individu rentan yang telah terinfeksi virus flu burung, belum bisa menginfeksi individu lain, sebelum terjadinya proses mutasi virus dalam tubuh individu rentan yang terinfeksi tersebut. Dengan kata lain, individu ini disebut juga dengan individu terjangkit.

Agar penyebaran virus flu burung tidak meluas dan dapat diminimalkan, salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan tindakan isolasi. Dalam hal ini isolasi berarti pemisahan individu yang terinfeksi pada tempat tertentu, serta dalam kondisi tertentu, sebagai usaha untuk mencegah maupun membatasi penularan langsung dan tidak langsung (Noor, 2006 :21-25).

Dalam penelitian ini, model yang digunakan untuk mengendalikan penyebaran virus flu burung didapat dengan mengembangkan model awal SEIR dengan menambahkan kelas isolasi. Karena salah satu cara untuk mengendalikan penyebaran virus flu burung adalah dengan diterapkannya program isolasi. Selanjutnya dari model yang didapat dilakukan analisis dan interpretasi dari hasil analisis kedalam keadaan sebenarnya.

Dengan memodelkan penyebaran virus flu burung kedalam bentuk model matematika dan merumuskan strategi untuk mengendalikan penyebaran

virus flu burung, dalam hal ini dengan menerapkan isolasi, diharapkan dapat membantu dalam prediksi pengendalian penyebaran virus flu burung di masa mendatang.

Sehingga, berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk mengkaji tentang “Model Matematika Penyebaran Virus Flu Burung”.

B. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang akan dilakukan lebih terarah serta karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis, maka permasalahan dibatasi pada pembahasan model matematika penyebaran virus flu burung, berdasarkan adanya mutasi virus tersebut pada manusia dengan penerapan isolasi.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimanakah bentuk model matematika, titik tetap dan kestabilan titik tetap dari penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi ?

D. Pendekatan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan yang diteliti adalah studi kepustakaan, dengan berpedoman pada buku dan jurnal yang relevan, serta bahan yang diperoleh dari internet terhadap permasalahan yang dibahas.

Adapun pertanyaan penelitian yang diajukan adalah:

1. Bagaimanakah bentuk model matematika dari penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi ?
2. Bagaimanakah titik tetap dan kestabilan titik tetap dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi ?
3. Apa interpretasi dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi ?

E. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Memperoleh bentuk model matematika dari penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.
2. Memperoleh titik tetap dan kestabilan titik tetap dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.
3. Memperoleh interpretasi dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat antara lain untuk:

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan penulis dan pembaca mengenai pemodelan matematika, khususnya model matematika dari penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.

2. Dapat dijadikan referensi maupun sebagai bahan perbandingan pada penelitian selanjutnya dalam kajian yang berbeda.

G. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah analisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dengan berlandaskan pada tinjauan kepustakaan. Langkah kerja yang penulis lakukan adalah meninjau permasalahan yang dihadapi, mengumpulkan dan mengaitkan teori-teori yang diperoleh dengan permasalahan yang dibahas sebagai penunjang untuk menjawab permasalahan tersebut

Adapun langkah kerja dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan bentuk model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.
2. Mencari titik tetap dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.
3. Menganalisis kestabilan titik tetap dari model matematika penyebaran virus flu burung dengan penerapan isolasi.
4. Membuat interpretasi dari hasil analisis kestabilan.