



**ANALISIS STABILITAS PADA PENYEBARAN PENYAKIT
DEMAM TIFOID (TIFUS) DENGAN MENGGUNAKAN
MODEL EPIDEMIK SEIS**

SKRIPSI

Oleh

Mohammad Lutfi Hafi

NIM 091810101022

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**ANALISIS STABILITAS PADA PENYEBARAN PENYAKIT
DEMAM TIFOID (TIFUS) DENGAN MENGGUNAKAN
MODEL EPIDEMIK SEIS**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

Mohammad Lutfi Hafi
NIM 091810101022

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Najmul Laili dan Ayahanda Fajarwono tercinta, yang telah mendoakan dan memberikan kasih sayang serta pengorbanan untuk putra tercintanya;
2. Kakak Rizkika Anifah Zulfida dan Sunu Saputro serta Adik Muhammad Makki Abdillah tersayang, yang telah mendoakan dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Negeri 2 Situbondo, SMP Negeri 2 Panji, SD Negeri 1 Curah Jeru dan TK Dharma Wanita.

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.

(Terjemahan Q.S *Al-Inshirah*: 6-7)^{*)}

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Terjemahan Q.S *Al-Baqarah*: 153)^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Jumanatul Ali Art.

^{**)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Jumanatul Ali Art.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Mohammad Lutfi Hafi

NIM : 091810101022

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Stabilitas pada Penyebaran Penyakit Demam Tifoid (Tifus) dengan Menggunakan Model Epidemik SEIS” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Januari 2014

Yang Menyatakan,

Mohammad Lutfi Hafi
NIM 091810101022

SKRIPSI

ANALISIS STABILITAS PADA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM TIFOID (TIFUS) DENGAN MENGGUNAKAN MODEL EPIDEMIK SEIS

Oleh

Mohammad Lutfi Hafi
NIM 091810101022

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Kusbudiono, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Stabilitas pada Penyebaran Penyakit Demam Tifoid (Tifus) dengan Menggunakan Model Epidemik SEIS” telah diuji dan disahkan pada :
hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Kusbudiono, S.Si., M.Si.
NIP 197704302005011001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.
NIP 196908281998021001

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP 196610121993031001

Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si.
NIP 197407162000032001

Mengesahkan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Analisis Stabilitas pada Penyebaran Penyakit Demam Tifoid (Tifus) dengan Menggunakan Model Epidemik SEIS; Mohammad Lutfi Hafi, 091810101022; 2014: 36 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyakit demam tifoid (tifus) merupakan sebuah penyakit infeksi akut pada saluran pencernaan yang umum diderita oleh masyarakat. Jumlah penderita penyakit ini cenderung meningkat dan meluas. Penyakit demam tifoid disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Jember merupakan salah satu kota yang jumlah penderitanya tinggi. Dinas Kesehatan Kabupaten Jember menemukan 15.994 kasus demam tifoid selama bulan Januari hingga akhir bulan Desember 2012. Penyebaran penyakit demam tifoid yang terjadi pada suatu populasi dapat dimodelkan ke dalam bentuk matematis. Tujuan penelitian adalah: (1) menganalisis penyebaran penyakit demam tifoid dengan model epidemik SEIS, (2) mengetahui titik kesetimbangan penyebaran penyakit demam tifoid serta dinamika penyebaran penyakit demam tifoid di Kabupaten Jember menggunakan model epidemik SEIS.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah. Langkah pertama adalah Kajian Pustaka tentang model epidemik SEIS, dilakukan dengan mengkaji beberapa literatur mengenai model epidemik SEIS untuk penyebaran penyakit demam tifoid. Langkah kedua adalah penentuan titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Langkah ketiga adalah analisis stabilitas, dilakukan dengan cara melihat tanda akar-akar polinomial karakteristik dari matrik Jacobian yang dievaluasi pada titik kesetimbangan. Langkah keempat adalah penentuan bilangan reproduksi dasar (R_0) yang berasal dari polinomial karakteristik bebas penyakit. Langkah kelima adalah estimasi parameter, pada tahap estimasi parameter data yang digunakan berasal dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember dan Dinas Kesehatan Kabupaten Jember. Langkah

keenam adalah simulasi model yang menggunakan bantuan *software* Maple 13, Langkah ketujuh adalah analisis hasil simulasi, pada tahap terakhir ini dilakukan dengan melihat nilai populasi *exposed* dan *infected*.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bilangan reproduksi dasar (R_0) sebesar 2,03 yang artinya penyakit demam tifoid bersifat endemik di Kabupaten Jember, titik kesetimbangan bebas penyakit $T^0 = (S_0, E_0, I_0) = \left(\frac{\alpha}{\mu}, 0, 0\right) = (2.334.597,876; 0; 0)$ dan titik kesetimbangan endemik:

$$\begin{aligned} T^1 &= (S_1, E_1, I_1) \\ &= \left(\frac{(\epsilon+\mu)(\gamma+\mu)}{\beta\epsilon}, \frac{(\gamma+\mu)^2(\epsilon+\mu)\mu - (\gamma+\mu)\alpha\beta\epsilon}{-\beta\mu\epsilon(\epsilon+\gamma+\mu)}, \frac{\mu(\epsilon+\mu)(\gamma+\mu) - \alpha\beta\epsilon}{-\beta\mu(\epsilon+\gamma+\mu)} \right) \\ &= (1.152.204,03; 441.790,21; 740.603,63). \end{aligned}$$

Nilai $R_0 > 1$ berarti bahwa setiap penderita dapat menularkan penyakit demam tifoid kepada lebih dari satu penderita baru sehingga pada akhirnya akan terjadi penyebaran penyakit yang semakin meluas.

Dalam kajian ini, didapatkan hasil bahwa penyakit demam tifoid endemik di Kabupaten Jember. Artinya penyakit demam tifoid akan menetap dan terus ada di Kabupaten Jember untuk waktu yang lama. Dengan menggunakan model epidemik SEIS untuk menganalisis kestabilan pada penyebaran penyakit demam tifoid di Kabupaten Jember, terlihat bahwa penyakit ini tidak menghilang dari Kabupaten Jember. Hal ini sesuai dengan keadaan riil yang terjadi di Kabupaten Jember, dimana selama Januari hingga akhir Desember 2012 terdapat kasus demam tifoid yang sangat tinggi yaitu sebanyak 15.994 orang.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Stabilitas pada Penyebaran Penyakit Demam Tifoid (Tifus) dengan Menggunakan Model Epidemik SEIS”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kusbudiono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., dan Yuliani Setia Dewi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun;
3. ibu dan ayah serta keluarga di rumah yang telah memberikan doa dan semangat;
4. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Dinas Kesehatan Kabupaten Jember dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember yang telah memberikan data kepada penulis;
6. Mufidah Yusroh yang telah mendoakan, memberikan perhatian dan semangat kepada penulis;
7. sahabat-sahabat A FIRE LIFE (Ageng, Fendy, Ifa, Rizka, Ervin, Latifatur, Fathur dan Elna) dan teman-teman angkatan 2009;
8. Weldy, Nurhadi, Haerul, Vindy dan teman-teman kost Nias Cluster A8;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Demam Tifoid	4
2.2 Persamaan Diferensial	5
2.3 Sistem Autonomous dan kesetimbangan	7
2.4 Epidemik	8
2.5 Model Epidemik SIR	9
2.6 Model Epidemik SEIS	10
2.7 Bilangan Reproduksi Dasar	11
2.8 Estimasi Parameter	12

2.9 Linierisasi	13
2.10 Nilai Eigen (<i>Eigenvalue</i>)	14
2.11 Kestabilan dan Akar Karakteristik	15
2.12 Kriteria Kestabilan <i>Routh-Hurwitz</i>	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil	22
4.1.1 Titik Kesetimbangan Model Epidemik Demam Tifoid..	22
4.1.2 Analisis Kestabilan	25
4.1.3 Studi Kasus Model Epidemik Demam Tifoid	27
4.2 Pembahasan	29
BAB 5. PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Routh.....	17
Tabel 4.1 Tabel Routh 1.....	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kompartemen model epidemik SIR klasik	9
Gambar 2.2 Kompartemen model epidemik SEIS.....	11
Gambar 3.1 Diagram metode penelitian	19
Gambar 4.1 Plot grafik <i>susceptible</i> model epidemik demam tifoid di Kabupaten Jember	30
Gambar 4.2 Plot grafik <i>exposed</i> dan <i>infected</i> model epidemik demam tifoid di Kabupaten Jember.....	30