

**MODEL EPIDEMIK *SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED*
BERDASARKAN ANALISIS KESTABILAN DENGAN *TREATMENT*
UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS**

**Draf Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**



Oleh:

OGI DWI SAPUTRA

08011381621058

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL EPIDEMIK *SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED*
BERDASARKAN ANALISIS KESTABILAN DENGAN *TREATMENT*
UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**

Oleh

**OGI DWI SAPUTRA
NIM 08011381621058**

Pembimbing Pembantu



**Novi Rustiana Dewi M,Si
NIP. 19701113 199603 2 002**

**Indralaya, Agustus 2020
Pembimbing Utama**



**Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si
NIP. 19640926 199002 1 002**

**Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika**



**Drs. Suptandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003**

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar, yaitu yang ketika ditimpah musibah mereka mengucapkan: sungguh kita semua ini milik

Allah dan sungguh kepada-Nya lah kita kembali”

(QS.Al-Baqarah:155-156)

“Allah tidak akan menguji seorang hamba diatas kemampuannya”

“Bersyukurlah kamu setiap hari, maka Allah akan menambah nikmat kepadamu”

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1. Allah SWT**
- 2. Kedua Orang Tuaku**
- 3. Kedua Saudaraku**
- 4. Keluarga Besar**
- 5. Semua Guru dan Dosen**
- 6. Semua Sahabat**
- 7. Almamater**

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan berkat-Nya yang luar biasa sehingga penyelesaian skripsi yang berjudul “**Model Epidemik *Susceptible Infected Recovered* Berdasarkan Analisis Kestabilan dengan *Treatment* untuk Penyakit Tuberculosis** ” dapat berjalan dengan baik dan selesai pada waktunya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi ini bukanlah akhir dari proses belajar, melainkan langkah untuk proses belajar selanjutnya.

Terselesaikannya skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga sekaligus penghargaan kepada :

1. Kedua orang tuaku, Bapak **Syarkodi** dan Ibu **Oktofarida** untuk seluruh kasih sayang, perhatian, dukungan dan doa yang selalu diberikan selama ini.

2. Saudariku **Febrynia, Tia Aprilioni** atas kasih sayang, dan dukungan selama ini.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
4. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si** selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, pikiran, tenaga dan memberikan ide-ide cemerlang serta arahan, nasehat dan motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing pengerjaan skripsi ini.
7. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Si** selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah sangat baik membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis di setiap semester selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
8. Ibu **Ir. Herlina Hanum, M.Si** Ibu **Yuli Andriani, M.Si** dan Ibu **Oki Dwipurwani, M.Si** selaku Dosen Pembahas Skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.

9. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Pak **Irwan** dan Ibu **Hamida** selaku pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
11. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan dan semangat yang telah diberikan serta do'a-do'a baiknya.
12. Seseorang yang spesial **Ragil Cahyati** yang selalu memberikan dukungan, semangat, nasehat, serta doa.
13. Sahabat di kampus dan juga keluargaku, **Irvan Andrian, Muhammad Ilham Maulana, Eko Agustyandie** yang telah menemani dan membantu berjuang dari awal masa perkuliahan. **Adel, Giska, Anisa, Bina, Naura, Neysa, Tiak, Putri, Delia, Shinta, Agung, Ari, Jekta, Rahmad, BPH Himastik Bergema, BPH BEM KM-FMIPA periode 2018/2019, BPH FORMAT UNSRI periode 2018/2019, dan BPH IKAMALA periode 2017/2018**, terima kasih karena telah mengisi bagian dari perjalanan perkuliahan ini, terima kasih juga kepada adik tingkat **Khafi, Fauzi, Andre, Wahyu T, R Rafi** dan adik asuh **Aqil, Intan, dan Indi** yang selalu memberikan dukungan dan semangat dari jauh.
14. Teman-teman seperjuangan seperbimbingan **Doni, Abel dan Anton** serta teman-teman Angkatan **2016** yang tidak dapat disebutkan satu persatu

yang selalu memberikan canda tawa, suka duka, bantuan, semangat dan harapan yang telah dilewati bersama.

15. Kakak-kakak tingkat Angkatan **2014** dan **2015** serta adik-adik tingkat Angkatan **2017** dan **2018**.

16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima Kasih atas semua dukungan. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran yang bermanfaat untuk penulisan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalammu'alaikum wr.wb

Indralaya, Juli 2020

Penulis

**MODEL EPIDEMIK *SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED*
BERDASARKAN ANALISIS KESTABILAN DENGAN *TREATMENT*
UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS**

Oleh:

Ogi Dwi Saputra

08011381621058

ABSTRAK

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit penyebab kematian yang disebabkan oleh infeksi bakteri tahan asam jenis *Mycobacterium Tuberkulos*. Artikel ini membahas masalah model *SITR* penyebaran penyakit TB dengan penambahan *Treatment*. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap penyebaran penyakit TB. Salah satunya dapat dipandang dalam bentuk model matematika. Model penyebaran penyakit TB dengan metode *SITR* menghasilkan persamaan diferensial yang menggambarkan penyebaran kelas *Susceptible*, *Infectious*, *Treatmen* dan *Recoverd* dengan kelebihan, memberikan asumsi omega (ω) sehingga memeberikan nilai kadar (R_0) lebih mendekati titik keseimbangan. Model yang terbentuk selanjutnya dianalisis, dimulai dari penentuan titik ekuilibrium, selanjutnya dicari analisis kestabilan titik ekuilibrium, menentukan nilai bilangan reproduksi dasar (R_0), membuat simulasi model, dan terakhir menginterpretasikannya. Dari hasil analisis akan didapatkan nilai parameter, dua titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik penyakit. Dengan demikian kestabilan keseimbangan bebas penyakit dan endemik dari model *SITR* dengan nilai bilangan reproduksi dasar, $R_0 = 0,09289617486$ ini menunjukkan bahwa penyakit tidak menjadi wabah, sehingga menyebabkan tidak terjadinya potensi epidemik penyakit TB. Untuk mendukung teori dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan dengan menggunakan Software *Maple*.

Kata Kunci: Tuberkulosis (TB), Model Matematika, Model *SITR*, *Basic Reproduction Ratio* (R_0).

**SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED EPIDEMIC MODEL
BASED ON STABILITY ANALYSIS WITH TREATMENT
FOR TUBERCULOSIS DISEASE**

Oleh:

Ogi Dwi Saputra

08011381621058

ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is one of the leading causes of death caused by infection with acid-resistant bacteria *Mycobacterium* type Tuberculosis. The paper is to discuss S_IT_R mathematical model for the Spread of tuberculosis disease with the addition of Treatment. Therefore, an analysis of the spread of TB disease was carried out. One of them can be seen in the form of a mathematical model. The TB disease spread model using the *S_IT_R* method produces a differential equation that describes the spread of the Susceptible, Infectious, Treatment and Recoverd by excess, gives the omega (ω) assumption so that it gives the value of the grade (R_0) closer to the equilibrium point. The model formed is then analyzed, starting from determining the equilibrium point, then looking for an analysis of the stability of the equilibrium point, determining the value of the base reproduction number (R_0), making a simulation model, and finally interpreting it. From the analysis results will be obtained parameters that influence the spread of tuberculosis, two disease-free and endemic equilibrium points. Thus the stability of the disease-free and endemic stability of the S_IT_R model with the value of basic reproductive numbers, $(R_0) = 0.09289617486$ shows that the disease is not an epidemic, so there is no potential for TB epidemic. To support the theory in this study, calculations were carried out using Maple Software.

Keywords: Tuberculosis (TB), Mathematical Model, *S_IT_R* Model, *Basic Reproduction Ratio* (R_0).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penyakit <i>Tuberculosis</i> (TB)	5
.....	
2.2 Persamaan Diferensial.....	6
Definis 2.2.1	6
Definis 2.2.2	7

2.3	Model <i>SIR</i>	7
2.4	Model <i>SITR</i>	8
2.5	Titik <i>Ekulibirium</i> (keseimbangan)	9
	Definisi 2.5.1	10
	Definisi 2.5.2	10
2.6	Linierisasi Sistem Persamaan Diferensial Non Linier	11
2.7	Kestabilan Titik Keseimbangan	13
	Teorema 2.7.1.....	13
2.8	Bilangan Reproduksi (R_0)	14
	Teorema 2.8.1.....	14
2.9	Matriks <i>Next Generation</i>	15
	
2.10	Kriteria <i>Routh-Hurwitz</i>	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Tempat	18
3.2.	Waktu	18
3.3.	Metode Penelitian	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Permodelan <i>SITR</i> untuk Penyakit	20
	4.1.1 Asumsi.....	21
	4.1.2 Diagram dan model penyakit TB	22
4.2.	4.2 Analisis Keseimbangan	25
	4.2.1 Titik keseimbangan Bebas Penyakit.	25

4.2.2 Titik Keseimbangan <i>Endemik</i>	28
4.3. Bilangan Reproduksi Dasar (R_0)	32
4.4. Analisis Kestabilan.....	33
4.4.1 Analisis Kestabilan Titik Keseimbangan Bebas Penyakit.. .	35
4.4.2 Analisis kestabilan titik keseimbangan <i>endemik</i>	38
4.5. Aplikasi Model	42
4.5.1 Aplikasi Kestabilan Titik Keseimbangan Bebas Penyakit...	43
4.5.2 Aplikasi Kestabilan titik keseimbangan <i>Endemik</i>	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	<i>Table Routh</i>..... 17
Tabel 4.1	<i>Routh Hourwtz Titik Keseimbangan Bebas Penyakit</i> 38
Tabel 4.2	<i>Routh Hourwtz Titik Keseimbangan Endemik</i>..... 41
Tabel 4.3	Nilai - Nilai Parameter 42
Tabel 4.4	Nilai – Nilai Titik Keseimbangan Bebas Penyakit 44
Tabel 4.5	Syarat Awal Model <i>SITR</i> (side dkk, 2016) 46
Tabel 4.6	Nilai – Nilai Titik Keseimbangan <i>Endemik</i>..... 48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model <i>SIR</i> (Mauludin dkk, 2016)	8
Gambar 2.2 Model <i>SITR</i> (Side dkk, 2016)	9
Gambar 4.1 Diagram alir penyebaran penyakit TB	21

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, S. 2017. *Perubahan lingkungan: Dampak Perubahan Lingkungan terhadap Kesehatan*. (Online). [Http://www.projectsyndicate.org/commentary/environment-change-human-health-costs-by-shaukat-azis-201707/Indonesia?barrier=accesspaylog](http://www.projectsyndicate.org/commentary/environment-change-human-health-costs-by-shaukat-azis-201707/Indonesia?barrier=accesspaylog). (Diakses tanggal 7 oktober 2019).
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A., & Mietzner, T. A. (2010). *Mikrobiologi Kedokteran (Jawetz, Melnick, Adelbergs's Medical Microbiology)* Alih Bahasa Ayandhito. (A. Adityaputri, Ed.) (25th ed.). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Campbell, S. L., & Haberman, R. 2008. *Introduction to Differential Equations with Dynamical Systems*. New Jersey: Princeton University Press.
- Depkes RI. 2007. *Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis 2007*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Effendy. 2013. Analisis Stabilitas pada Penyebaran Penyakit DBD di Kabupaten Jember dengan Metode SIR Stokastik. *Skripsi*. Universitas Jember, Jember.
- Farlow, S. J. 1994. *An Introduction to Differential Equations and Their Applications*. New York: Dover Publications Inc.
- Fredlina, K. Q., Oka, T. B., & Dwipayana, M. K. 2012. Model SIR (Susceptible Infecious Recovered) untuk Penyebaran Penyakit Tuberkulosis. *E-Jurnal Matematika*. 1 (1): 52-58.
- Giesecke, J. 1994. *Modern Infectious Disease Epidemiology*. New York: Oxford University Press.
- Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Profil Kesehatan Indonesia 2015*. Jakarta. <https://doi.org/351.077> Ind
- Kreyszig, E. 1993. *Matematika Teknik Lanjutan*. Jakarta: Gramedia.
- Maesaroh, Ulfa. 2013. *Model Matematika untuk Kontrol Campak Menggunakan Vaksinasi*. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Maludin, H. A., Faruk, A., dan Cahyono, E. S. (2016). Analisa Kestabilan Model Epidemik Sir Untuk Penyakit Tuberkulosis. *Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA*. 18 (3): 1-3.

- Mertaniasih, N. M., Eko B. K., dan Deby K. 2013. *Buku Ajar Tuberkulosis Diagnostik Mikrobiologis*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR.
- Murray, J. D. 2002. *Mathematical Biology: An Introduction*. New York: Springer-Verlag.
- Oktafiani, L. D. 2013. Penentuan Bilangan Reproduksi Dasar Dengan Menggunakan Matriks Next Generation Pada Model West Nile Virus. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Olsder, G. J., VanDerWoude, J. W., Maks, J. G., &Jelstema. 2011. *Mathematical Systems Theory 4 th Edition*. Netherland: VVSD.
- Roni, T.P. 2011. *Kestabilan Lokal Bebas Penyakit Model Epidem SEIR dengan kumpulan Infeksi pada Periode Laten*. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- Sasser, J., E. 1992. History of Ordinary Differential Equations: The first hundred years. Tersedia : <http://www.johnsasser.com/pdf/article13.pdf>. Diakses tanggal : 16 Februari 2020.
- Sembiring, S. P. K. 2019. *Indonesia Bebas Tuberkulosis*. Sukabumi: CV Jejak.
- Side, S., Sanusi. W., dan Setiawan. N. F., 2016. *Analisis dan Simulasi Model SITR pada Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Kota Makassar*. Makasar: Program Studi Matematika, Universitas Negeri Makassar.
- Tjolleng, A., Komalig, H. A. H., &Prang, J. D. 2013. Dinamika Perkembangan Hiv/Aids di Sulawesi Utara Menggunakan Model Persamaan Diferensial Nonlinear SIR (Susceptible, Infectious, and Recovered). *Jurnal Ilmiah Sains*. 13 (1): 10-14.
- Tu, P.N.V. 1994. *Dynamical System : An Introduction with Applications in Economics and Biology*. New York: Springer-Verlag.
- Umbari, H, A. 2012. Model SIS (Suspectibel, Infectible, Susceptible) dengan Pertumbuhan Alami dan Proses Migrasi. *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- WHO. (2016). Global Tuberculosis Report 2016. Cdc 2016, (Global TB Report 2016), 214. <https://doi.org/ISBN 978 92 4 156539 4>
- Widodo, Agus I., dan Hendro P. 2016. Karakteristik Morfologi *Mycobacterium tuberculosis* yang Terpapar Obat Anti TB Isoniazid (INH). *Biosfera*. 33 (3): 109 – 115.

Wulandari, A. A., Nurjazuli, dan M. S. Adi. 2015. Faktor Risiko dan Potensi Penularan Tuberculosis Paru di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 14 (1): 7 – 12.

