

**MODEL MATEMATIKA DINAMIKA PENYAKIT PNEUMONIA
DENGAN CARRIERS**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana
Sains*



Oleh:

**WINDI JELITA
NIM. 16030027/2016**

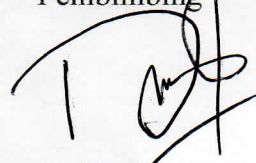
**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan
Carriers
Nama : Windi Jelita
NIM : 16030027
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 02 Maret 2021

Disetujui oleh,
Pembimbing



Defri Ahmad, S. Pd, M. Si
NIP. 19880909 201404 1 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Windi Jelita
NIM / TM : 16030027/2016
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Judul Skripsi

MODEL MATEMATIKA DINAMIKA PENYAKIT PNEUMONIA DENGAN CARRIERS

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Matematika Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 02 Maret 2021

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Defri Ahmad, S. Pd, M. Si
Anggota	: Dra. Media Rosha, M.Si
Anggota	: Rara Shandy Winanda, S.Pd, M.Sc

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Windi Jelita
NIM : 16030027
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Maret 2021

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Matematika,



Dra. Media Rosha, M. Si
NIP. 19620815 198703 2 004

Saya yang menyatakan,



Windi Jelita
NIM. 16030027

Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers

Windi jelita

ABSTRAK

Pneumonia merupakan penyakit radang paru-paru (alveoli) yang penyebab utamanya adalah bakteri *Streptococcus pneumonia*. Disaat sistem kekebalan tubuh menurun bakteri ini akan memperbanyak diri dan menimbulkan kerusakan bagi tubuh. Di Indonesia pneumonia merupakan penyakit yang bersifat endemik. Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk model matematika yang mendeskripsikan populasi penyakit pneumonia pada bayi dan balita.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar dengan menggunakan metode deskriptif. Penelitian ini dimulai dengan menentukan variabel, parameter, dan asumsi-asumsi yang berhubungan dengan permasalahan sehingga dapat dilakukan proses pembentukan model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers. Setelah model matematika dibentuk maka akan dilakukan analisis pada model dan hasil analisis akan diinterpretasikan.

Model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers berbentuk sistem persamaan diferensial nonlinear. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa laju individu terinfeksi dan laju individu pembawa yang pulih dan mendapatkan kekebalan tubuh sementara dapat menekan penyebaran penyakit pneumonia.

Kata kunci: Model Matematika, Pneumonia, Carriers, Kekebalan Tubuh

Mathematical Model Dynamics Of Pneumonia With Carriers

Windi Jelita

ABSTRAK

Pneumonia is an inflammatory disease of the lungs (alveoli) which is mainly streptococcus pneumonia bacteria. The immune system decreases, streptococcus pneumonia will multiply and damage the body. Pneumonia in Indonesia is an endemic disease. The purpose of this study was to form a mathematical model to describe the population of pneumonia in infants and toddlers.

This research is a basic research using descriptive method. This research begins by determining the variables, parameters, and assumptions related to the problem so that the ordering process of the dynamic mathematical model of pneumonia with a carrier can be carried out. After the mathematical model is formed, an analysis will be carried out on the model and the results of the analysis will be interpreted.

Mathematical model of pneumonia dynamics using nonlinear differential equations. Based on the analysis results show that the temporary bodily disasters of the carrier and infected individuals can indicate the spread of pneumonia.

Keywords: Mathematics Model, Pneumonia, Carriers, immunity

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia, kesempatan serta kemudahan sehingga peneliti bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers”**. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada program studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak berupa dorongan semangat, nasihat, dan bimbingan. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Defri Ahmad, S.Pd, M.Si, Pembimbing dan Penasehat Akademik.
2. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Penguji, Ketua Jurusan Matematika, dan Ketua Prodi Studi Matematika Universitas Negeri Padang.
3. Ibu Rara Shandy Winanda, S.Pd, M.Sc, Penguji.
4. Bapak dan Ibu Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang.
5. Orang Tua dan Keluarga yang selalu mendoakan, memberi semangat, nasehat, serta dukungan secara materi dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman seangkatan Matematika 2016
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga bimbingan, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal dan mendapat pahala dari Allah SWT. Peneliti menyadari dalam penulisan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun peneliti harapkan demi

kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat dipergunakan sebagai pedoman untuk peneliti selanjutnya. Akhir kata peneliti ucapkan terimakasih.

Padang, 20 Februari 2020

Windi Jelita

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A...Latar Belakang	1
B...Rumusan Masalah	4
C...Batasan Masalah	4
D...Pertanyaan Penelitian	5
E... Tujuan Penelitian	5
F... Metode Penelitian	5
G...Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
A...Pneumonia	7
B...Pemodelan Matematika	9
C...Model Epidemi SICR	11
D...Persamaan Diferensial	16
E... Teori Kestabilan	19
F... Kriteria Routh – Hurwitz	24
G...Bilangan Reproduksi Dasar	26

BAB III PEMBAHASAN	29
A...Pembentukan Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers	29
B...Analisis Kestabilan Lokal Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers.....	36
C...Interpretasi Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers.....	55
BAB IV PENUTUP	57
A...Kesimpulan	57
B...Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1....Daftar Variabel dan Keterangan.....	30
2....Daftar Parameter dan Keterangan.....	31
3....Parameter Untuk Simulasi Penyakit Pneumonia.....	53

DAFTAR GAMBAR

TABEL	Halaman
1....Tahapan Membangun Model Matematika.....	11
2....Diagram proses penyebaran penyakit pneumonia.....	13
3....Diagram Kompartemen Model SICR Pneumonia dengan Carriers...	32
4....Simulasi Model Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1....Solusi Titik Tetap Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers.....	61
2....Simulasi Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia dengan Carriers.....	68

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pneumonia adalah infeksi akut yang menyerang jaringan paru-paru (alveoli) yang disebabkan terutama oleh bakteri (Misnadiarly, 2008:26). Pneumonia paling sering menyebabkan kematian pada bayi dan anak balita. Terjadinya pneumonia pada anak balita seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia* (Rasyid : 2013).

Pada awal tahun 1900, pneumonia menjadi penyebab utama kematian di Amerika dan negara-negara berkembang. Diperkirakan 47 dari 1000 orang anak di bawah usia lima tahun meninggal akibat pneumonia. Peningkatan standar kehidupan dan perbaikan nutrisi di Amerika pada beberapa dekade awal abad 20 telah menyebabkan adanya penurunan angka kematian akibat pneumonia, meskipun saat itu belum ditemukan antibiotik sebagai terapi. Pneumonia masih menjadi penyebab utama kematian anak di negara-negara miskin seperti di Asia dan Afrika (Rahayu: 2011).

World Health Organization (WHO) memperkirakan di negara berkembang kejadian pneumonia anak-balita sebesar 151,8 juta kasus pneumonia per tahun, sekitar 8,7% (13,1 juta) diantaranya pneumonia berat. Di dunia terdapat 15 negara dengan prediksi kasus baru dan kejadian pneumonia paling tinggi anak-balita sebesar 74% (115,3 juta) dari 156 juta

kasus diseluruh dunia. Lebih dari setengah terjadi pada 6 negara, yaitu: India 43 juta, China 21 juta, Pakistan 10 juta, Bangladesh, Indonesia, dan Nigeria sebesar enam juta kasus, mencakup 44% populasi anak balita di dunia pertahun.

Di negara berkembang, 60% kasus pneumonia disebabkan oleh bakteri. Oleh sebab itu pneumonia juga disebut pembunuh anak nomor 1 (*the number one killer of children*). Di negara berkembang pneumonia merupakan penyakit terabaikan (*the neglected disease*) atau terlupakan (*the forgotten disease*). Banyak anak meninggal karena pneumonia, namun sangat sedikit perhatian yang diberikan terhadap masalah tersebut (UNICEF, 2009).

Bakteri yang biasanya menyebabkan pneumonia adalah *Streptococcus Pneumonia (pneumococcus)*. *Streptococcus pneumoniae* secara normal berada di dalam rongga hidung dan tenggorokan anak-anak dan dewasa yang sehat. Memang tidak seluruh individu akan menderita penyakit ini, tetapi saat dalam tubuh seseorang sudah terjadi kolonisasi bakteri, maka dia akan menjadi pembawa sekaligus penyebar penyakit melalui partikel udara, misalnya pada saat bersin atau batuk serta kontak tubuh. Mikroorganisme ini biasanya membentuk flora normal dalam rongga nasofaringeal manusia. Ini sangat penting karena individu yang secara asimtomatik terkolonisasi dengan *S. pneumoniae* berperan sebagai reservoir bagi penularan orang ke orang.

Kekebalan tubuh adalah kemampuan untuk melawan segala macam organisme atau toksin yang cenderung merusak jaringan dan organ tubuh.

Perlawanan terhadap penyakit tergantung pada kualitas kekebalan tubuh seseorang, jika memiliki kekebalan tubuh yang baik akan terhindar dari penyakit, sementara yang kekebalan tubuh nya lemah akan mudah terserang penyakit. (Yuliarto, 2008).

Streptococcus Pneumonia akan memperbanyak diri dan menyebabkan kerusakan disaat pertahanan tubuh menurun oleh sakit atau malnutrisi. Seluruh jaringan paru-pau dipenuhi cairan dan infeksi dengan cepat menyebar ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Orang yang terinfeksi pneumonia akan panas tinggi, berkeringat, napas terengah-engah, dan denyut jantungnya meningkat cepat. Pada kasus yang lebih serius pneumonia bisa menyebabkan kematian.(Misnadiarly, 2008: 17).

Model matematika digunakan secara kualitatif atau kuantitatif. Dalam memperoleh, membuat, mengembangkan atau menurunkan model, kita melibatkan asumsi, pendekatan yang didasarkan atas eksperimen maupun observasi terhadap fenomena sebenarnya. Asumsi, pendekatan digunakan untuk mempelajari fenomena tersebut secara sederhana. (Cahyono 2013 : 2).

Model yang digunakan untuk mengendalikan penyakit pneumonia pernah dibahas oleh Roro A (2009) dengan menggunakan model SIR. Mohammed Kizito et al dan Julius Tumwiine et al (2018) juga membahas tentang model penyebaran penyakit pneumonia dengan menambahkan sub populasi C (*carriers*), yang mengemukakan bahwa bakteri yang menyebabkan pneumonia merupakan bakteri bawaan (*carriage*) yang biasa

di temukan pada nosofaring anak-anak dan dapat terinfeksi pada kelas rentan.

Dalam penelitian ini, model yang digunakan didapat dengan mengembangkan model SICK oleh Mohammed Kizito et al dan Julius Tumwine et al. Dengan perbedaan, penelitian ini mempertimbangkan adanya sebagian individu yang pulih membersihkan semua bakteri di tubuhnya dan mendapatkan kekebalan sementara, namun ada sebagian dari mereka yang masih akan membawa bakteri. Dengan menggunakan pemodelan matematika yang berdasarkan asumsi-asumsi yang di buat, diharapkan dapat menjelaskan fenomena dan mengambil tindakan jika terjadi epidemi. Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Model Matematika Dinamika Penyakit Pneumonia Dengan Carriers”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah “Bagaimana model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers?”

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, permasalahan terbatas pada penyebaran penyakit pneumonia pada populasi bayi dan balita. Jumlah populasi diasumsikan konstan dan homogen.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Apa model matematikadinamika penyakit pneumonia dengan carriers?
2. Bagaimana hasil analisis model matematikadinamika penyakit pneumonia dengan carriers?
3. Apa hasil interpretasi yang diperoleh dari hasil analisis model matematikadinamika penyakit pneumonia dengan carriers?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diajukan di atas maka tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Membentuk model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
2. Menganalisis model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
3. Menginterpretasikan hasil analisis model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.

F. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu menganalisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi, memilih dan merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian tentang penyakit pneumonia.

2. Mengumpulkan dan mengkaji teori-teori, konsep-konsep yang relevan dengan masalah model matematika SCIR pada dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
3. Menentukan asumsi, variabel, dan parameter yang dapat membantu dalam membentuk dan menganalisis model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
4. Membentuk model matematika dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
5. Menganalisis model yang telah dibentuk dari dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
6. Menginterpretasikan hasil dari analisis yang diperoleh.
7. Membuat kesimpulan.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti dan pembaca, agar dapat memperdalam pengetahuan mengenai pemodelan matematika yaitu model SICR pada dinamika penyakit pneumonia dengan carriers.
2. Mahasiswa jurusan matematika, agar dapat mengembangkan ilmu matematika, khususnya pada bidang matematika biologi yang diterapkan pada masalah-masalah penyebaran penyakit.
3. Pihak lain, sebagai bahan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan penelitian ini.