

**MODEL MATEMATIKA SEIRS PENYEBARAN
PENYAKIT PNEUMONIA PADA BALITA
DENGAN PENGARUH VAKSINASI**

SKRIPSI



Oleh:

**ALY MUHAMMAD ZHAFRAN
NIM. 17030064**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**MODEL MATEMATIKA SEIRS PENYEBARAN
PENYAKIT PNEUNOMIA PADA BALITA
DENGAN PENGARUH VAKSINASI**

SKRIPSI

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



Oleh:

**ALY MUHAMMAD ZHAFRAN
NIM. 17030064**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia
pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi

Nama : Aly Muhammad Zhafran

NIM : 17030064

Program Studi : Matematika

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 9 Februari 2022
Disetujui oleh, Pembimbing



Dr. Arnellis, M.Si
NIP. 19610502 198703 2 002

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Aly Muhammad Zhafran
NIM / TM : 17030064/2017
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

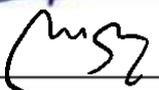
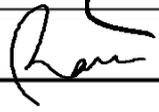
Dengan Judul Skripsi

Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi

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

Padang, 9 Februari 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Arnellis, M.Si	
Anggota	: Muhammad Subhan, S.Si, M.Si	
Anggota	: Rara Shandy Winanda, S.Pd, M.Sc	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

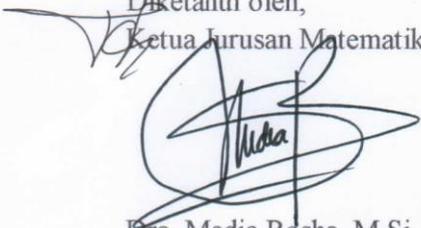
Nama : Aly Muhammad Zhafran
NIM : 17030064
Program Studi : Matematika
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi”** 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, 23 Maret 2022

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Matematika,



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

Saya yang menyatakan,



Aly Muhammad Zhafran
NIM. 17030064

Model Matematika SEIRS Penyebaran Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi

Aly Muhammad Zhafran

ABSTRAK

Pneumonia adalah radang paru-paru yang disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumoniae* dengan gejala panas tinggi, batuk berdahak, sesak napas dan gejala lainnya seperti sakit kepala, gelisah dan nafsu makan berkurang. Penyakit pneumonia pada balita dapat mengakibatkan kematian. Pencegahan penyebaran penyakit ini dapat dilakukan dengan vaksinasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk model matematika SEIRS (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered-Susceptible*) penyebaran pneumonia pada balita dan menginterpretasikan hasil analisis dari penyebaran pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar. Penelitian ini dimulai dengan menentukan asumsi, variabel dan parameter yang berhubungan dengan masalah sehingga dapat dibentuk model matematika SEIRS penyebaran pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi. Setelah model terbentuk, selanjutnya dilakukan analisis model matematika dan menginterpretasi hasil analisis dari model tersebut.

Berdasarkan analisis yang dilakukan didapat hasil penelitian yaitu terdapat satu titik ekuilibrium bebas penyakit (T_0) dan satu titik ekuilibrium endemik penyakit (T_1). Analisis dari kestabilan titik ekuilibrium bebas penyakit bersifat stabil asimtotik. Sedangkan titik ekuilibrium endemik bersifat stabil asimtotik jika $A > \frac{C\alpha\beta m\sigma - C\alpha\beta\sigma}{BCm - Bm\rho}$ dan $A > \frac{\beta\gamma\rho}{BC}$. Pada penelitian ini juga ditentukan bilangan reproduksi dasar (R_0). Simulasi numerik menggunakan *software Maple 18*, hasil simulasi untuk titik ekuilibrium bebas penyakit menunjukkan dalam waktu tertentu penyakit akan menghilang, sedangkan titik ekuilibrium endemik menunjukkan bahwa dalam waktu tertentu penyakit akan mewabah, namun dengan melakukan vaksinasi lengkap akan menurunkan angka penyebarannya.

Kata Kunci: Model Matematika, Model SEIRS, Pneumonia, Vaksinasi

Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi

Aly Muhammad Zhafran

ABSTRACT

Pneumonia is an inflammation of the lungs caused by the bacterium *Streptococcus pneumoniae* with symptoms of high fever, cough with phlegm, shortness of breath and other symptoms such as headache, restlessness and decreased appetite. Pneumonia in infants can cause death. Prevention of the spread of this disease can be done by vaccination. The purpose of this study was to determine the form of the SEIRS (Susceptible-Exposed-Infected-Recovered-Susceptible) mathematical model of the spread of pneumonia in children under five and to interpret the results of the analysis of the spread of pneumonia in children under the influence of vaccination.

This research is basic research. This study begins by determining the assumptions, variables and parameters related to the problem so that a SEIRS mathematical model of the spread of pneumonia in toddlers can be formed with the effect of vaccination. After the model is formed, the next step is to analyze the mathematical model and interpret the results of the analysis of the model.

Based on the analysis carried out, the results obtained that there is one disease-free equilibrium point (T_0) and one disease-endemic equilibrium point (T_1). Analysis of the stability of the disease-free equilibrium point is asymptotically stable. Meanwhile, the endemic equilibrium point is asymptotically stable if the values are $A > \frac{C\alpha\beta m\sigma - C\alpha\beta\sigma}{BCm - Bm\rho}$ and $A > \frac{\beta\gamma\rho}{BC}$. In this study also determined the basic reproduction number (R_0). Numerical simulation using Maple 18 software, the simulation results for the disease-free equilibrium point show that within a certain time the disease will disappear, while the endemic equilibrium point shows that within a certain time the disease will become epidemic, but complete vaccination will reduce the rate of spread.

Keywords: Mathematical Model, SEIRS Model, Pneumonia, Vaccination

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil ‘alamin segala puji penulis ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya, serta kesempatan dan kemudahan sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan judul **“Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi”**. Shalawat beriring salam penulis sampaikan kepada Rasulullah , Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun guna memenuhi memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan berupa dorongan semangat, bimbingan, nasihat dan kerja sama dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Arnellis, M.Si, sebagai Pembimbing dan Penasehat Akademik.
2. Bapak Muhammad Subhan, S.Si, M.Si dan Ibuk Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc, sebagai Pembahas.
3. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Ketua Program Studi Matematika dan sekaligus Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP.
4. Semua pihak yang turut membantu selama proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan doa yang diberikan kepada penulis dapat menjadi amal ibadah yang di terima Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kata kesempurnaan, akan tetapi penulis telah berusaha dengan

sungguh-sungguh dalam menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta kritik dan saran membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Padang , Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
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	5
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Metodologi Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KERANGKA TEORITIS	8
A. Pneumonia	8
B. Vaksinasi	9
C. Pemodelan Matematika	12
D. Teori Differensial	18
E. Titik Keseimbangan	22
BAB III PEMBAHASAN	30
A. Pembentukan Model SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi	30

B. Analisis Model Matematika Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi	36
C. Interpretasi Model Matematika Penyebaran Penyakit Penumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi	53
BAB IV PENUTUP	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Hubungan Kelengkapan Imunisasi dengan Kejadian Pneumonia pada Balita	11
Tabel 3.1 Variabel Model Matematika Penyebaran Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi.....	32
Tabel 3.2 Parameter Model Matematika Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi.	32
Tabel 3.3 Nilai Parameter untuk Titik Tetap Bebas Penyakit (T_0) dari Penyebaran Penyakit Pneumonia dengan Pengaruh Vaksinasi.	48
Tabel 3.4 Nilai Parameter untuk Titik Tetap Endemik (T_1) dari Penyebaran Penyakit Pneumonia dengan Pengaruh Vaksinasi.	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Cakupan Imunisasi Dasar Lengkap.....	12
Gambar 2.2 Langkah-Langkah Membangun Model Matematika	15
Gambar 2.3 Model Matematika SEIR	16
Gambar 3.1 Diagram Model Matematika Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi.	33
Gambar 3.2 Trayektori di Sekitar Titik Tetap Bebas Penyakit T_0	48
Gambar 3.3 Trayektori di Sekitar Titik Tetap Endemik T_1 dengan ($m = 0.5$)....	50
Gambar 3.4 Trayektori di Sekitar Titik Tetap Endemik T_1 dengan ($m = 0.9$)....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Program MAPLE Simulasi Kestabilan Titik Tetap Bebas T_0	59
Lampiran 2 Program MAPLE Simulasi Kestabilan Titik Tetap Endemik T_1 dengan nilai $m = 0.5$	60
Lampiran 3 Program MAPLE Simulasi Kestabilan Titik Tetap Endemik T_1 dengan nilai $m = 0.9$	62
Lampiran 4 Program Maple Menentukan Titik Tetap Model	63

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bidang matematika ikut memberikan peranan penting dalam menganalisis dan memodelkan suatu peristiwa atau permasalahan (Ihsan, 2020). Pemodelan matematika itu merupakan suatu proses merepresentasikan dan menjelaskan sebuah permasalahan yang ada di dunia nyata ke dalam bentuk pernyataan matematis. Sehingga dapat terciptanya sebuah solusi dari masalah yang ada di dunia nyata menjadi lebih tepat dan efisien (Side, 2015).

Pneumonia adalah radang paru-paru yang disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumoniae* dengan gejala panas tinggi disertai batuk berdahak, napas cepat (frekuensi nafas >50 kali/menit), sesak dan gejala lainnya (sakit kepala, gelisah, dan nafsu makan berkurang). Pneumonia menjadi pembunuh utama anak-anak didunia telah terabaikan selama berpuluh-puluh tahun. Pneumonia menjadi penyebab kematian utama balita di Indonesia. Estimasi global menunjukkan bahwa setiap satu jam ada 71 anak di Indonesia yang tertular pneumonia (UNICEF, 2019). Menurut WHO (World Health Organization) pneumonia membunuh 808.694 anak di bawah usia 5 tahun pada tahun 2017, terhitung 15% dari semua kematian anak dibawah usia lima tahun. Pneumonia menyerang anak-anak dan keluarga di seluruh dunia, tetapi paling umum terjadi di Asia Selatan dan Afrika sub-Sahara (WHO, 2019).

Pneumonia ini bersifat endemik dan merupakan salah satu penyakit menular yang tersebar hampir di sebagian besar negara berkembang termasuk Indonesia dan menjadi masalah yang sangat penting. Menurut Kementerian Kesehatan Republik

Indonesia, terjadi penurunan angka penemuan kasus pneumonia yang pada tahun 2020 sebesar 34,8%, sebelumnya pada tahun 2019 sebesar 52,9%. Penurunan angka penemuan pneumonia ini disebabkan oleh pandemi Covid-19, dimana adanya stigma pada penderita Covid-19 yang membuat jumlah kunjungan balita batuk atau kesulitan bernapas ke puskesmas berkurang. Pada tahun 2020 angka kematian balita akibat pneumonia sebesar 0,16%. Angka kematian akibat pneumonia pada kelompok bayi lebih tinggi hampir dua kali lipat dibandingkan pada kelompok anak umur 1 - 4 tahun (KEMENKES, 2021).

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan kejadian pneumonia pada balita baik dari faktor *agent, host*, lingkungan, sosio-ekonomi dan demografi, maupun fasilitas kesehatan. *Streptococcus, Mycoplasma pneumonia* serta *Adenoviruses, Rhinovirus, Influenza virus, respiratory syncytial virus (RVS)* dan *para influenza virus* merupakan faktor agent penyebab pneumonia (Anwar, 2014).

Pneumonia disebabkan oleh infeksi langsung dan tidak langsung. Di negara berkembang penyebab langsung pneumonia terbanyak adalah akibat infeksi bakteri seperti *Streptococcus pneumonia* yang terjadi sekitar 30-50% kasus dan *Haemophilus influenza* type B menyumbang 30% kasus pneumonia. Selain itu *respiratory syncytial virus* menjadi penyebab terbesar terjadinya pneumonia oleh golongan virus (Prihaningtyas, 2014:10). Penyebab tak langsung dari pneumonia dapat disebabkan oleh faktor resiko seperti kurang gizi dan pemberian Air Susu Ibu (ASI) tidak eksklusif yang dapat membuat sistem kekebalan tubuh melemah (WHO, 2019).

Ada berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit pneumonia, salah satu cara untuk pencegahan penyakit ini adalah dengan vaksinasi.

Vaksinasi diberikan dengan vaksin yaitu antigenik yang digunakan untuk menghasilkan suatu kekebalan aktif terhadap suatu penyakit, sehingga dengan diberi vaksin dapat mencegah dan mengurangi pengaruh infeksi oleh organisme ke dalam tubuh seseorang dengan tujuan untuk memberikan kekebalan terhadap penyakit.

Pemodelan matematika terhadap penyebaran penyakit pneumonia dengan vaksinasi ini juga diteliti oleh Side, Sanusi dan Bohari pada tahun 2021 dengan judul “Pemodelan Matematika SEIR Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi di Kota Makassar”. Dari penelitian ini peneliti tersebut mendapatkan model matematika SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*). Hasil analisisnya apabila dilakukan vaksinasi maka nilai reproduksi dasarnya lebih dari satu artinya penyakitnya akan selalu ada sampai waktu tak terbatas, mengakibatkan populasi kelas *exposed, infected, dan recovered* mengalami peningkatan, jika dilakukan vaksinasi sebesar 10% bilangan reproduksi yang dihasilkan lebih dari satu, artinya vaksinasi yang dilakukan tidak berhasil membuat penyakit menghilang dari populasi. Selanjutnya jika diberikan 50% dan 90% maka nilai reproduksi dasar yang dihasilkan kurang dari satu, artinya penyakit akan menghilang dari populasi dalam waktu tertentu.

Dalam penelitian ini, akan dibentuk model matematika SEIRS penyebaran pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi. Model ini mengasumsikan bahwa individu yang sudah melakukan vaksinasi sebanyak tiga kali masih dapat tertular pneumonia namun gejalanya tidak seberat individu yang belum melakukan vaksinasi atau baru melakukan satu atau dua kali vaksinasi sehingga pasien tidak akan mengalami kesakitan yang parah dan dapat meminimalisir risiko kematian,

individu yang telah melakukan vaksinasi lengkap akan mempunyai kekebalan terhadap penyakit dengan syarat selalu menjaga dan menerapkan pola hidup yang sehat seperti pemberian ASI eksklusif serta selalu menjaga kebersihan lingkungan sekitarnya. Pada individu yang belum melakukan vaksin atau baru melakukan vaksinasi sebanyak satu atau dua kali sangat rentan untuk terinfeksi dimana risiko kematian diakibatkan penyakit ini menjadi sangat tinggi. Namun itu bisa diminimalisir dengan pemberian pengobatan pada kelas terinfeksi sehingga bisa sembuh. Serta apabila individu yang belum melakukan vaksinasi atau baru satu atau dua kali vaksinasi sembuh setelah terkena infeksi pneumonia dapat kembali menjadi rentan apabila tidak menerapkan pola hidup yang sehat dan tidak menjaga kebersihan di lingkungan sekitarnya dimana ini dapat meningkatkan risiko kembali terkena pneumonia.

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang tersebut dapat dibuatkan model matematikanya, kemudian akan dicari titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik endemik serta bilangan reproduksi dasar untuk melihat apakah terjadi endemik atau tidak. Kemudian dilakukan simulasi model untuk melihat visualisasi model dan untuk mendukung teorema sebelumnya, dengan nilai parameter yang digunakan dari jurnal-jurnal sebelumnya. Kemudian dilakukan analisis dan dari hasil analisis tersebut akan dilakukan interpretasi pada akan keadaan sebenarnya. Analisis kestabilan lokal pada model ini diharapkan dapat membantu memprediksi pengendalian penyebaran pneumonia pada balita dimasa yang akan datang. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul ***“Model Matematika SEIRS Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi”***

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah “Bagaimana analisis dari model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi”

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka peneliti pertanyaan penelitian dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi?
2. Bagaimana hasil analisis model matematika SEIRS penyebaran pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi?
3. Bagaimana interpretasi dari hasil analisis model matematika SEIRS penyebaran pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada permasalahan yang diajukan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membentuk model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
2. Menganalisis model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
3. Menginterpretasi dari model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.

E. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah analisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan. Untuk penelitian ini dimulai dengan menyelidiki permasalahan yang ada. Setelah itu peneliti akan mengumpulkan bahan rujukan dan mengaitkan teori-teori dengan permasalahan, agar dapat menyelesaikan permasalahan serta menarik kesimpulan dari permasalahan tersebut.

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

1. Mengidentifikasi, memilih dan merumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
2. Mengumpulkan dan mengkaji teori-teori serta konsep-konsep yang relevan terhadap masalah model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
3. Menentukan asumsi, variabel, dan parameter yang dapat membantu dalam membentuk dan menganalisa model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan vaksinasi.
4. Membentuk model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
5. Menganalisis model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi yang sudah didapatkan dengan menentukan titik kesetimbangan dan kestabilan titik tetap model.

6. Membuat interpretasi dari analisis model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.
7. Membuat kesimpulan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari pembuatan model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi diantaranya:

1. Bagi Peneliti

Diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang model matematika SEIRS penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi. Diharapkan juga dapat menjadi referensi baru dalam pengembangan ilmu matematika di bidang pemodelan matematika penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.

2. Bagi instansi kesehatan

Penelitian ini dapat memberikan informasi terkait penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan adanya pengaruh vaksinasi. Serta dapat menjadi acuan untuk mengambil kebijakan yang tepat untuk dapat mengurangi penyebaran penyakit pneumonia pada balita dengan pengaruh vaksinasi.