

TESIS

**PEMODELAN DAN PREDIKSI JUMLAH KASUS COVID-19 DI
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *SUSCEPTIBLE*,
VACCINATED, *INFECTED*, *RECOVERED***



RACHMAH WAHYU AINSYAH

**UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM MAGISTER
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
SURABAYA
2022**

TESIS

**PEMODELAN DAN PREDIKSI JUMLAH KASUS COVID-19 DI
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *SUSCEPTIBLE*,
VACCINATED, *INFECTED*, *RECOVERED***



OLEH:

**RACHMAH WAHYU AINSYAH
NIM 101914153016**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM MAGISTER
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
SURABAYA
2022**

**PEMODELAN DAN PREDIKSI JUMLAH KASUS COVID-19 DI
INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *SUSCEPTIBLE*,
VACCINATED, *INFECTED*, *RECOVERED***

TESIS

**Untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan
Minat Studi Biostatistika
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga**

Oleh:

**RACHMAH WAHYU AINSYAH
NIM 101914153016**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM MAGISTER
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
SURABAYA
2022**

PENGESAHAN

**Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis
Minat Studi Biostatistika
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
dan diterima untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar
Magister Kesehatan (M.Kes.)
Pada tanggal 22 Agustus 2022**

Mengesahkan

**Universitas Airlangga
Fakultas Kesehatan Masyarakat**

Dekan,



**Dr. Santi Martini., dr., M.Kes.
NIP 196609271997022001**

Tim Penguji:

Ketua : Dr. Diah Indriani, S.Si., M.Si.
Anggota : 1. Dr. Rachmah Indawati, S.KM., M.KM.
2. Dr. Mahmudah, Ir., M. Kes.
3. Dr. M. Bagus Qomaruddin, Drs., M.
4. Andi Nurtaqwa Prioko, Amd. Kep., S.Pd., SH., M.Kes.

PERSETUJUAN

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Kesehatan (M.Kes.)
Minat Studi Biostatistika
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga**

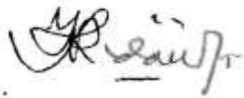
Oleh:

**RACHMAH WAHYU AINSYAH
NIM 101914153016**

Menyetujui,

Surabaya, 29 Agustus 2022

Pembimbing Ketua



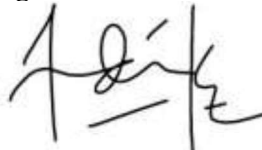
**Dr. Rachmah Indawati, S.KM., M.KM.
NIP 196605251993032002**

Pembimbing



**Dr. Mahmudah, Ir., M.Kes.
NIP 196901101993032002**

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi Kesehatan Masyarakat**



**Dr. Diah Indriani, S.Si., M.Si.
NIP 197605032002122001**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rachmah Wahyu Ainsyah
NIM : 101914153016
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Minat : Biostatistika
Angkatan : 2019
Jenjang : Magister

menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul:

PEMODELAN DAN PREDIKSI JUMLAH KASUS COVID-19 DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *SUSCEPTIBLE, VACCINATED, INFECTED, RECOVERED*

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 22 Agustus 2022



(Rachmah Wahyu Ainsyah)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tesis dengan judul “PEMODELAN DAN PREDIKSI JUMLAH KASUS COVID-19 DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *SUSCEPTIBLE, VACCINATED, INFECTED, RECOVERED*”, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan kuliah di Fakultas Kesehatan masyarakat Universitas Airlangga.

Dalam tesis ini dijabarkan tentang penggunaan metode epidemik SVIR (Susceptible, Vaccinated, Infection, dan Recovered) untuk memodelkan jumlah kasus COVID-19 di Indonesia.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Dr. Rachmah Indawati, S.KM., M.KM., selaku pembimbing ketua dan Dr. Mahmudah, Ir., M.Kes. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya usulan penelitian tesis ini.

Terima kasih dan penghargaan juga disampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Prof Dr. Mohammad Nasih, SE., MT., Ak selaku Rektor Universitas Airlangga
2. Dr. Santi Martini, dr., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
3. Dr. Diah Indriani, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat dan penguji.
4. Dr. Arief Wibowo, dr., M.S. selaku Ketua Minat Studi Biostatistika
5. Dr. M. Bagus Qomaruddin, Drs., M dan Andi Nurtaqwa Prioko, Amd. Kep., S.Pd., S.H., M.Kes selaku penguji atas kesediaan menguji dan membimbing dalam perbaikan usulan penelitian tesis ini.

Demikian, semoga usulan penelitian tesis ini bisa memberi manfaat bagi diri kami sendiri dan pihak lain yang menggunakan.

Surabaya, 15 Juni 2022

Penulis

SUMMARY

Modeling and Predicting the Number of COVID-19 Cases in Indonesia Using Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered Models

Coronavirus Disease 19 (COVID-19) is a disease caused by Novel Coronavirus (2019-nCoV) or what is now called SARS-CoV-2 which is a new type of virus that has never been previously identified in humans. The COVID-19 pandemic that has been going on since the beginning of 2020 has had an impact on people's lives, both socially and economically. The number of confirmed cases in Indonesia as of June 30, 2021 was 2.18 million, 253,826 (11.5%) active cases, 1,890,287 (85.8%) recovered, 58,995 (2.7%) died. Due to the high number of COVID-19 cases, it is necessary to predict the extent of the addition of these cases in the future so that the government can take anticipatory steps. SIR is a mathematical model that can predict the number of COVID-19 cases. There are several modifications of the SIR model such as the Susceptible, Exposed, Infected, Recovered (SEIR), Susceptible, Exposed, Infected, Recovered, Deceased (SEIRD) and Susceptible, Vaccine, Infected, Recovered (SVIR) models. SVIR is one of the right methods to predict COVID-19 cases in Indonesia because in accordance with the current Indonesian government policy, there is a Vaccinated (V) sub-population, namely individuals who have received vaccinations. This study aims to predict the number of COVID-19 cases in Indonesia using the SVIR method.

This type of research is observational. The data used is secondary data obtained from the websites ourworldindata.org and worldometers.info. The design of this research is a non-reactive quantitative research (research that does not invite a response from the research subject). The population in this study is data on the entire population of Indonesia based on the results of the BPS projection, which is 276.334.931 people. All members of the population were sampled, so the sample size in this study was 276.334.931 people. The research variables consisted of independent variables, namely time (t) and dependent variables, including Susceptible ($S_{(t)}$), Vaccinated ($V_{(t)}$), Infected ($I_{(t)}$), Recovered ($R_{(t)}$), Number of deaths due to Covid ($D_{(t)}$) and Interventions (INT). Data processing and analysis using the SVIR method using Microsoft Excel software.

The results of the trend analysis of COVID-19 cases in Indonesia in 2021 showed that in June 2021 confirmed cases of COVID-19 began to increase and the peak point of COVID-19 cases occurred on July 24, 2021 with a total of 574,135 (0.21%) cases. active, at that time Indonesia experienced the second wave of COVID-19. The trend of deaths from COVID-19 in Indonesia showed that the number of deaths from COVID-19 in Indonesia increased significantly from June to August 2021. The total number of COVID-19 deaths was 144,042 (0.05%) cases. This is because at that time Indonesia entered the second wave and the emergence of a new variant, namely the delta variant. The results of the analysis

of vaccination trends in Indonesia showed that the number of people who received vaccination doses 1, 2 and 3 in Indonesia increased significantly in the fourth quarter of 2021. A total of 154,494,115 (55.90%) people had received the first dose of vaccination and 109,257,071 (39.5%) had received a second dose. The recovery rate for COVID-19 in Indonesia continues to increase every month. Total cases 4,261,208 (1.54%) cases and 4,122,524 (1.49%) cases recovered. The result of parameter calculation showed that the average value of R_0 is 0.924048. This means that the number of COVID-19 cases in Indonesia has begun to decline.

The results of the study concluded that the comparison of the simulation results of the SVIR model with real data as a whole does not have a significant difference between the trend graph of the simulation data and the real data, which means that the simulation results can predict COVID-19 cases in Indonesia well. It is recommended for further research to use two different methods in predicting cases of COVID-19.

RINGKASAN

Pemodelan dan Prediksi Jumlah Kasus COVID-19 di Indonesia dengan Menggunakan Model *Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered*

Coronavirus Disease 19 (COVID-19) merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Novel Coronavirus* (2019-nCoV) atau yang kini dinamakan SARS-CoV-2 yang merupakan virus jenis baru yang belum pernah diidentifikasi sebelumnya pada manusia. Pandemi COVID-19 yang berlangsung sejak awal tahun 2020 telah berdampak pada tatanan kehidupan masyarakat, baik secara sosial maupun ekonomi. Jumlah kasus terkonfirmasi di Indonesia per tanggal 30 Juni 2021 adalah 2,18 Juta, 253,826 (11,5%) kasus aktif, 1.890.287 (85,8%) sembuh, 58.995 (2,7%) meninggal dunia. Karena tingginya kasus COVID-19 perlu diprediksi sejauh mana penambahan kasus ini di masa depan agar pemerintah dapat melakukan langkah antisipasi. SIR adalah salah satu model matematis yang dapat memprediksi jumlah kasus COVID-19. Terdapat beberapa modifikasi dari model SIR seperti model *Susceptible, Exposed, Infected, Recovered* (SEIR), *Susceptible, Exposed, Infected, Recovered, Deceased* (SEIRD), dan *Susceptible, Vaccine, Infected, Recovered* (SVIR). SVIR adalah salah satu metode yang tepat untuk memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia karena sesuai dengan kebijakan pemerintah Indonesia saat ini yaitu ada sub-populasi *Vaccinated* (V) yaitu yang individu yang telah mendapatkan vaksinasi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah kasus COVID-19 di Indonesia dengan menggunakan metode SVIR.

Jenis penelitian ini adalah observasional. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari website ourworldindata.org dan worldometers.info. Rancang bangun penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang bersifat non reaktif (penelitian yang tidak mengundang respons dari subjek penelitian). Populasi dalam penelitian ini adalah data seluruh penduduk Indonesia berdasarkan hasil proyeksi BPS yaitu sejumlah 276.334.931 jiwa. Seluruh anggota populasi menjadi sampel, sehingga besar sampel dalam penelitian ini adalah 276.334.931 jiwa. Variabel penelitian terdiri dari variabel independen yaitu waktu (t) dan variabel dependen antara lain *Susceptible* ($S_{(t)}$), *Vaccinated* ($V_{(t)}$), *Infected* ($I_{(t)}$), *Recovered* ($R_{(t)}$), Jumlah kasus kematian akibat Covid ($D_{(t)}$) dan Intervensi (INT). Pengolahan dan Analisis Data menggunakan metode SVIR dengan menggunakan *software Microsoft Excel*.

Hasil analisis tren kasus COVID-19 di Indonesia pada tahun 2021 menunjukkan bahwa pada bulan Juni 2021 kasus terkonfirmasi COVID-19 mulai mengalami kenaikan dan titik puncak kasus COVID -19 terjadi pada 24 Juli 2021 dengan jumlah kasus sebanyak 574.135 (0,21%) kasus aktif, pada waktu tersebut Indonesia mengalami gelombang kedua COVID-19. Tren kematian akibat COVID-19 di Indonesia terlihat bahwa jumlah kematian akibat COVID-19 di Indonesia meningkat secara signifikan pada bulan Juni hingga Agustus 2021. Total kematian COVID-19 adalah 144.042 (0,05%) kasus. Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut Indonesia memasuki gelombang dua dan munculnya varian

baru yaitu varian delta. Hasil analisis tren vaksinasi di Indonesia menunjukkan bahwa jumlah orang yang mendapatkan vaksinasi dosis 1, 2 dan 3 di Indonesia meningkat secara signifikan pada kuartal keempat tahun 2021. Sebanyak 154.494.115 (55,90%) jiwa telah mendapatkan vaksinasi dosis pertama dan 109.257.071 (39,5%) telah mendapatkan dosis kedua. Angka kesembuhan COVID-19 di Indonesia terus meningkat setiap bulannya. Total kasus 4.261.208 (1,54%) kasus dan 4.122.524 (1,49%) kasus sembuh. Hasil perhitungan parameter didapatkan bahwa nilai rata-rata R_0 adalah 0,924048. Hal ini berarti jumlah kasus COVID-19 di Indonesia sudah mulai menurun.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa perbandingan hasil simulasi model SVIR dengan data real secara keseluruhan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara grafik tren data simulasi dengan data real yang berarti hasil simulasi dapat memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia dengan baik. Disarankan bagi pemerintah untuk meningkatkan program vaksinasi COVID-19 untuk menekan kasus COVID-19 di Indonesia dan bagi penelitian selanjutnya untuk melakukan analisis uji lebih lanjut untuk melihat perbandingan hasil simulasi dengan data real secara statistik.

ABSTRACT

Modeling and Predicting the Number of COVID-19 Cases in Indonesia Using Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered Models

The COVID-19 pandemic that has been going on since the beginning of 2020 has had an impact on people's lives. Number of confirmed cases in Indonesia as of June 30, 2021 was 2.18 million, 253,826 (11.5%) active cases, 1,890,287 (85.8%) recovered, 58,995 (2.7%) died. Due to high number of COVID-19 cases, it is necessary to predict extent of addition of cases so that government can take anticipatory steps. SVIR is one of methods to predict COVID-19 cases in Indonesia because there is a Vaccinated (V) sub-population. This study aims to predict the number of COVID-19 cases in Indonesia using the SVIR method.

This type of research is observational. Data used is secondary data obtained from websites <https://ourworldindata.org/> and <https://www.worldometers.info>. Population of this study is the entire population of Indonesia based on the results of BPS projection, which is 276.334.931 people. Processed and data analyzed using SVIR method with Microsoft Excel software.

The results of the analysis of trends in COVID-19 cases in 2021 showed that in June 2021, COVID-19 cases began to increase and the peak point for COVID-19 cases occurred on July 24, 2021, with 0.21% of active cases. Trend of deaths from COVID-19 showed that number of deaths from COVID-19 increased significantly from June to August 2021. Vaccination trend showed that number of people receiving doses of 1, 2 and 3 vaccinations increased significantly in fourth quarter of 2021. Cure rate COVID-19 continues to increase every month with a total of 1.49% of cases recovered. Average value of R_0 is 0.924048, which means number of COVID-19 cases in Indonesia has begun to decline.

The results of the study concluded that the comparison of simulation results of SVIR model with real data as a whole does not have a significant difference between trend graph of simulation data and the real data, which means that simulation results can predict COVID-19 cases in Indonesia well. It is recommended for further research to carry out further tests to see a statistical comparison of the simulation results with real data.

Keyword: COVID-19, *Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered*

ABSTRAK

Pemodelan Jumlah Kasus COVID-19 di Indonesia dengan Menggunakan Model *Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered*

Pandemi COVID-19 yang berlangsung sejak awal tahun 2020 telah berdampak pada tatanan kehidupan masyarakat. Jumlah kasus terkonfirmasi di Indonesia per tanggal 30 Juni 2021 adalah 2,18 Juta, 253,826 (11,5%) kasus aktif, 1.890.287 (85,8%) sembuh, 58.995 (2,7%) meninggal dunia. Karena tingginya kasus COVID-19 perlu diprediksi sejauh mana penambahan kasus agar pemerintah dapat melakukan langkah antisipasi. SVIR adalah salah satu metode yang tepat untuk memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia karena ada sub-populasi *Vaccinated* (V). Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah kasus COVID-19 di Indonesia dengan menggunakan metode SVIR.

Jenis penelitian ini adalah observasional. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari website <https://ourworldindata.org/> dan <https://www.worldometers.info>. Populasi penelitian ini adalah seluruh penduduk Indonesia berdasarkan hasil proyeksi BPS yaitu sejumlah 276.334.931 jiwa. Pengolahan dan analisis data menggunakan metode SVIR dengan *software Microsoft Excel*.

Hasil analisis tren kasus COVID-19 tahun 2021 menunjukkan bahwa pada bulan Juni 2021 kasus COVID-19 mulai mengalami kenaikan dan titik puncak kasus COVID-19 terjadi pada 24 Juli 2021 dengan jumlah kasus sebanyak 0,21% kasus aktif. Tren kematian akibat COVID-19 terlihat bahwa jumlah kematian akibat COVID-19 meningkat secara signifikan pada bulan Juni hingga Agustus 2021. Tren vaksinasi menunjukkan bahwa jumlah orang yang mendapatkan vaksinasi dosis 1, 2 dan 3 meningkat secara signifikan pada kuartal keempat tahun 2021. Angka kesembuhan COVID-19 terus meningkat setiap bulannya dengan total 1,49% kasus sembuh. Nilai rata-rata R_0 adalah 0,924048 yang berarti jumlah kasus COVID-19 di Indonesia sudah mulai menurun.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa perbandingan hasil simulasi model SVIR dengan data real secara keseluruhan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara grafik tren data simulasi dengan data real yang berarti hasil simulasi dapat memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia dengan baik. Disarankan bagi penelitian selanjutnya untuk melakukan uji lebih lanjut untuk melihat perbandingan hasil simulasi dengan data real secara statistik.

Kata Kunci: COVID-19, *Susceptible, Vaccinated, Infected, Recovered*

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
SAMPUL DALAM	ii
HALAMAN PRASYARAT GELAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	viii
RINGKASAN	x
ABSTRACT	xii
ABSTRAK	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH	xix
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kajian Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	12
1.4 Tujuan Penelitian	12
1.4.1 Tujuan umum	12
1.4.2 Tujuan khusus	12
1.5 Manfaat Penelitian	13
1.5.1 Bagi Penulis	13
1.5.2 Bagi Peneliti Selanjutnya	13
1.5.2 Bagi Instansi Kesehatan	13
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 14
2.1 COVID-19	14
2.1.1 Kelompok Rentan	15
2.1.2 Mutasi	16
2.1.3 Reinfeksi	16
2.2 Upaya Pemerintah untuk Mengurangi Transmisi COVID-19	16
2.2.1 Promosi 3M dan 3T	16
2.2.2 PSBB	21
2.2.3 PPKM Mikro	22
2.2.4 Vaksinasi	23
2.2.5 PPKM Darurat	25
2.2.6 PPKM Level	27

2.3	Pemodelan Epidemi.....	29
2.3.1	Modifikasi Model Epidemi.....	32
2.3.2	Model Epidemi SVIR	34
2.4	Istilah-istilah dalam Penanganan COVID-19 di Indonesia	38
2.5	Pertumbuhan Penduduk Alami.....	39
BAB 3	KERANGKA KONSEPTUAL PENELITIAN.....	42
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian	42
3.2	Modifikasi Model SIR Menjadi SVIR dengan Variabel Reinfeksi.....	43
BAB 4	METODE PENELITIAN.....	45
4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian.....	45
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	45
4.3	Populasi dan Sampel.....	45
4.4	Kerangka Operasional	46
4.5	Variabel Penelitian, Definisi Operasional dan Cara Pengukuran Variabel	46
4.6	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	48
4.7	Pengolahan dan Analisis Data	48
BAB 5	HASIL DAN ANALISIS DATA.....	51
5.1	Tren Kasus COVID-19 di Indonesia	51
5.2	Hasil Perhitungan Parameter Tingkat Penularan (β), Tingkat Kesembuhan (γ), Tingkat Kematian (d) dan Kecepatan Vaksinasi (α).....	54
5.3	Simulasi Data COVID dengan Menggunakan Model SVIR dan Perbandingan Hasil Simulasi dengan Data Real	63
5.4	Prediksi Jumlah Kasus COVID-19 di Indonesia	65
BAB 6	PEMBAHASAN	69
6.1	Kasus COVID-19 di Indonesia.....	69
6.2	Parameter Tingkat Penularan (β), Tingkat Kesembuhan (γ), Tingkat Kematian (d) dan Kecepatan Vaksinasi (α)	73
6.3	Simulasi Data COVID dengan Menggunakan Model SVIR dan Perbandingan Hasil Simulasi dengan Data Real	75
6.4	Prediksi Jumlah Kasus COVID-19 di Indonesia	82
BAB 7	PENUTUP.....	84
7.1	Kesimpulan.....	84
7.2	Saran	85
	DAFTAR PUSTAKA	86
	LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 1.1	Matriks Keunggulan SIR dibandingkan dengan ARIMA	11
Tabel 2.1	Tingkat Kematian COVID-19 pada Kasus Komorbid	15
Tabel 2.2	Tingkat Kepatuhan Masyarakat Indonesia terhadap Protokol Kesehatan	17
Tabel 2.3	Kriteria Zonasi PPKM Mikro.....	23
Tabel 2.4	Hasil penelitian Efikasi Vaksin Sinovac/Coronavac di China	24
Tabel 2.5	Efikasi Vaksin yang Diimpor Pemerintah Indonesia	25
Tabel 2.6	Penguatan 3T di Jawa dan Bali Berdasarkan PPKM Darurat	27
Tabel 2.7	Daftar Parameter	36
Tabel 2.8	Daftar Istilah dalam Penanganan COVID-19.....	38
Tabel 2.9	CBR dan CDR Provinsi di Indonesia.....	40
Tabel 4.1	Definisi Operasional Variabel.....	46
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Parameter β , γ , d dan R_0	55
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Parameter β_1 , β_2 , β_3 , α_1 dan α_2	55
Tabel 5.3	Hasil Uji Distribusi Normalitas Parameter β , γ , dan d	61
Tabel 5.4	Hasil Uji Distribusi Eksponensial Parameter β_1 , β_2 , β_3 α_1 dan α_2	62
Tabel 5.5	Analisis Deskriptif Data Simulasi COVID-19	63
Tabel 5.6	Hasil Uji T Antara Data Simulasi dengan Data Real	64
Tabel 5.7	Situasi COVID-19 di Indonesia Tanggal 13-20 Agustus 2022.....	65
Tabel 5.8	Perhitungan <i>Transmission Rate</i> (β).....	66
Tabel 5.9	Perhitungan <i>Recovery Rate</i> (γ) dan <i>Death Rate</i> (d)	66
Tabel 5.10	Rata-Rata Kecepatan Vaksinasi Dosis 1 (α_1) dan Dosis 2 (α_2)....	66
Tabel 5.11	Asumsi Reinfeksi setelah Vaksinasi Dosis 1 (β_1) dan Dosis 2 (β_2) serta Reinfeksi setelah Sembuh dari COVID-19 (β_3)	67
Tabel 5.12	Rata-Rata β_1 , β_2 , dan β_3	67

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 1.1	Skema penyebaran COVID-19 dengan $R_0 = 3$	6
Gambar 1.2	Perkembangan Kasus Positif Covid dan Trend Tingkat Kematian Akibat COVID-19 per Hari Bulan Mei-Juli 2021 ...	7
Gambar 1.3	Diagram Alir SVIR Berdasarkan Kajian Masalah	8
Gambar 2.1	Alur Pelacakan Kasus COVID-19	20
Gambar 2.2	Diagram SIS	29
Gambar 2.3	Diagram Alir SIR	31
Gambar 2.4	Contoh Grafik SIR.....	34
Gambar 2.5	Diagram Alir SVIR.....	35
Gambar 3.1	Kerangka Konseptual	42
Gambar 3.2	Modifikasi Model SIR menjadi SVIR dengan Variabel Reinfeksi.....	43
Gambar 4.1	Kerangka Operasional Penelitian	46
Gambar 5.1	Proporsi Kasus COVID-19 Terkonfirmasi di Indonesia	51
Gambar 5.2	Proporsi Kesembuhan Kasus COVID-19 di Indonesia	52
Gambar 5.3	Proporsi Kematian Kasus COVID-19 di Indonesia.....	52
Gambar 5.4	Proporsi Vaksinasi Dosis 1, 2, dan 3 di Indonesia	53
Gambar 5.5	Proporsi Kelompok Rentan	55
Gambar 5.6	Tingkan Penularan COVID-19 dari Orang yang Rentan	56
Gambar 5.7	Tingkat Penularan COVID-19 pada Orang yang Mendapat Vaksin Dosis 1	56
Gambar 5.8	Tingkat Penularan COVID-19 pada Orang yang Mendapat Vaksin Dosis 2.....	57
Gambar 5.9	Tingkat Penularan COVID-19 pada Kelompok <i>Recovery</i>	58
Gambar 5.10	Tingkat Kesembuhan Kasus COVID-19	58
Gambar 5.11	Tingkat Kematian Kasus COVID-19	59
Gambar 5.12	Kecepatan Vaksinasi Dosis 1	60
Gambar 5.13	Kecepatan Vaksinasi Dosis 2	60
Gambar 5.14	Perbandingan Masing-Masing Parameter.....	61
Gambar 5.15	Prediksi Kasus COVID-19 di Indonesia Tanggal 20 Agustus 2022- 23 Agustus 2023.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Hasil Perhitungan Parameter	91
Lampiran 2	Hasil Uji Distribusi Parameter.....	92
Lampiran 3	Hasil Simulasi Data COVID-19	94
Lampiran 4	Hasil Uji T Independen	101

DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN DAN ISTILAH

Daftar Arti Lambang

$>$	Lebih dari
$<$	Kurang dari
α	Alpha
β	Beta
γ	Gamma
μ	Mu
σ	Sigma
%	Persen

Daftar Singkatan

CBR	<i>Crude Birth Rate</i>
CDR	<i>Crude Death Rate</i>
CFR	<i>Case Fatality Rate</i>
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 19</i>
ISPA	Infeksi Saluran Pernapasan Akut
PPKM	Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat
PSBB	Pembatasan Sosial Berskala Besar
SEIR	<i>Susceptible, Exposed, Infected and Recovered</i>
SEIRD	<i>Susceptible, Exposed, Infected, Recovered and Deceased</i>
SIR	<i>Susceptible, Infected, and Recovered</i>
SIS	<i>Suspectible, Infected and Suspectible</i>
SVIR	<i>Susceptible, Vaccinated, Infected and Recovered</i>
TBC	Tuberkulosis
WFH	<i>Work From House</i>
WFO	<i>Work From Office</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>