

SIMULASI PENYEBARAN VIRUS COVID – 19 DI INDONESIA DENGAN MODEL SIDHARTE

Simulation of COVID-19 Transmission in Indonesia with SIDHARTE Model

Rizal Dian Azmi^{1*}, Adi Slamet Kusumawardana²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Muhammadiyah Malang
Jln. Raya Tlogomas 246, Kota Malang, Indonesia

Corresponding author e-mail: ^{1*} rizaldian@umm.ac.id

Abstrak

COVID-19 merupakan pandemi global yang sangat merisaukan banyak negara di dunia. Indonesia merupakan salah satu negara yang terdampak. Sampai saat ini, kasus terkonfirmasi COVID-19 masih sangat tinggi, yakni 66.000 orang yang positif terinfeksi dan 3.000 orang meninggal. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis bagaimana prediksi perkembangan kasus COVID-19 di Indonesia. Untuk menganalisis perkembangan kasus ini digunakan model SIDARTE. Penggunaan model SIDARTE yang melihat perilaku dari populasi besar yang meliputi *Susceptible, Infected, Diagnosed, Ailing, Recognized, Threatened, Healed* dan *Extinct*. Hasil yang diperoleh bahwa penyebaran virus COVID-19 dengan angka infeksi positif akan terus meningkat sampai bulan Maret 2022 dan mulai menghilang pada tahun 2024. Ini terjadi jika tetap mengasumsikan bahwa keadaan sosial masyarakat tetap tidak berubah. Pemberian vaksin dengan efektifitas minimal 20% dapat mempercepat penurunan jumlah individu yang positif dengan jumlah maksimal positif mencapai 8.120 pada Maret 2021 dan akan menghilang sekitar November 2022.

Kata Kunci : COVID-19, Model SIDARTE, Sistem Dinamik

Abstract

COVID-19 is a global pandemic that makes many countries in this world very concerned. Indonesia is one of the countries affected. Until now, confirmed cases of COVID-19 are still very high, those are as many as 66.000 people were positively infected and 3.000 people died. The purpose of this study is to analyze how the prediction of the development of COVID-19 cases in Indonesia. To analyze the progress of this case, the SIDARTE model is used. The SIDARTE model used consider at the behavior of a large population. The SIDARTE model stands for *Susceptible, Infected, Diagnosed, Ailing, Recognized, Threatened, Healed* and *Extinct*. The results obtained are that the spread of the COVID 19 virus with a positive infection rate will continue to increase until March 2022 and begin to disappear in 2024. This happens if we still assume that the social conditions of the community remain unchanged. Vaccination with an effectiveness of at least 20% can accelerate the decline in the number of positive individuals with a maximum number of positives reaching 8.120 in March 2021 and will disappear around November 2022.

Keywords: COVID-19, A SIDHARTE Model, Dynamic System.

Article info:

Submitted: 05th January 2021

Accepted: 01st July 2021

How to cite this article:

R. D. Azmi, and A. S. Kusumawardana, "SIMULASI PENYEBARAN VIRUS COVID – 19 DI INDONESIA DENGAN MODEL SIDHARTE", *BAREKENG: J. Il. Mat. & Ter.*, vol. 15, no. 03, pp. 393-400, Sep. 2021.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).
Copyright © 2021 Rizal Dian Azmi, Adi Slamet Kusumawardana

1. PENDAHULUAN

Virus Corona SARS-CoV-2, yang ditularkan pertama kali oleh hewan di Wuhan, China, semakin menyebar dan sebagian pasien di China didiagnosis COVID-19 [1], [2]. World Health Organization [3] telah menyatakan bahwa COVID-19 menjadi darurat kesehatan global dan kasus Covid-19 yang dikonfirmasi WHO pada 7 Juli 2020 adalah 11.500.302 kasus dengan 535.759 kematian.

Covid merupakan virus yang menyebar dari satu orang ke orang lainnya dengan sangat cepat. Dari penyebaran ini, orang yang terinfeksi virus ini terbagi menjadi beberapa kondisi yaitu kondisi yang memperlihatkan gejala maupun kondisi tanpa adanya gejala. Penelitian yang dilakukan [1],[4] menyatakan bahwa virus ini memiliki median masa inkubasi yaitu 4 hari (dengan kisaran interkuartil 2 – 7 hari), dengan kata lain orang yang terkena virus ini akan memperlihatkan gejala setelah hari keempat.

Di Indonesia hampir seluruh wilayah terdampak kasus COVID-19. Data yang diberikan Gugus Tugas Percepatan Penanganan Covid-19 dalam <https://covid19.go.id/> pada 7 Juli 2020 terkonfirmasi total kasus COVID-19 dari 34 propinsi adalah 66.226 kasus dengan 3.309 orang meninggal. Pada data ini, kasus yang terjadi masih terus meningkat. Oleh sebab itu banyak peneliti di bidang pemodelan memprediksi penyebaran kasus COVID-19 [1], [5]–[9].

Pemodelan matematika di bidang epidemik sudah sangat lama dikembangkan. Model SIR merupakan model sederhana yang dikembangkan oleh Karmack-McKendrick pada tahun 1927. Model ini mengasumsikan dalam populasi tersebut terbagi menjadi tiga kelas yang berbeda yaitu *Susceptible* (orang yang dapat terjangkit penyakit), *Infectives* (orang yang terjangkit penyakit dan dapat menularkannya) dan *Remove* (orang yang sembuh, kebal terhadap penyakit atau diisolasi sampai sembuh) [10].

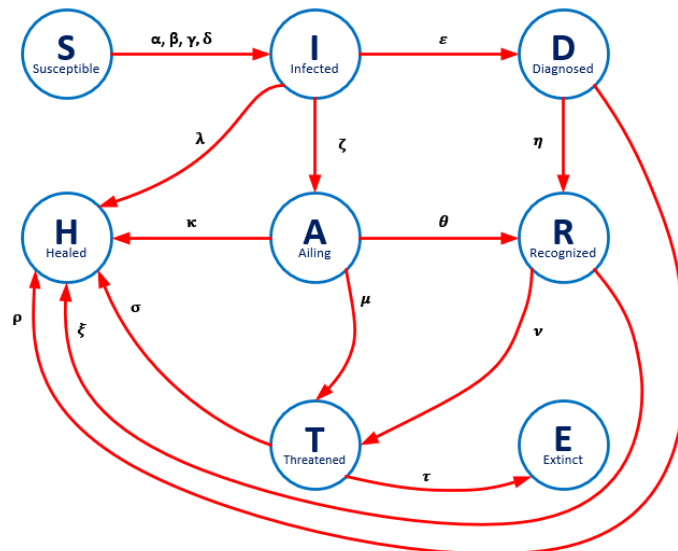
Model-model yang dikembangkan dan digunakan pada kasus di Indonesia masih tergolong sederhana. Rustan [11] menggunakan model SEIR yang dimodifikasi untuk memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia. Hasil prediksi yang diberikan terbilang masih kurang sesuai dengan keadaan sebenarnya. Hal ini dapat disebabkan oleh pembagian populasi yang kurang sesuai atau dari estimasi parameter yang dilakukan. Untuk meminimalisir ketidaksesuaian tersebut, pada penelitian ini digunakan model SIDARTHE [7] yang membagi populasi kedalam delapan kategori sehingga dapat menghampiri masalah penyebaran yang sebenarnya.

Satgas Penanganan COVID-19 [12] mengungkapkan bahwa pemberian vaksin merupakan wacana yang digagas pemerintah untuk mencegah meningkatnya penyebaran virus COVID-19 ini. Dengan adanya pemberitaan ini maka peneliti tidak hanya ingin mengetahui penyebaran COVID-19 saja, akan tetapi juga ingin mengetahui bagaimana pengaruh vaksin pada penyebaran COVID-19 ini. Diharapkan penelitian ini dapat membantu mempelajari bagaimana penularan atau penyebaran yang akan terjadi di masa yang akan datang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 SIDARTHE Model

Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model SIDARTHE [7] yang merupakan pengembangan dari model SEIR yang menambahkan beberapa variabel, sehingga menjadi delapan tingkatan populasi dalam penyebaran virus COVID-19 ini, yaitu *S* : *susceptible* (Orang yang tidak terinfeksi); *I* : *infected* (Orang Tanpa Gejala yang tidak terdeteksi); *D* : *diagnosed* (Orang Tanpa Gejala yang terdeteksi); *A* : *ailing* (Orang Dengan Gejala yang tidak terdeteksi); *R* : *recognized* (Orang yang Positif COVID); *T* : *threatened* (Positif dengan Penanganan ketat); *H* : *healed* (Orang yang sembuh); *E* : *extinct* (orang yang meninggal). Diagram transmisi dari model ini diberikan pada Gambar 1, berikut:



Gambar 1. Diagram transmisi Interaksi Model SIDHARTE

Dari skema model SIDARTHE pada Gambar 1 dapat dibentuk model sistem persamaan diferensial dalam persamaan (1).

$$\begin{aligned}
 \frac{dS(t)}{dt} &= -S(t)(\alpha I(t) + \beta D(t) + \gamma A(t) + \delta R(t)) \\
 \frac{dI(t)}{dt} &= S(t)(\alpha I(t) + \beta D(t) + \gamma A(t) + \delta R(t)) - (\varepsilon + \zeta + \lambda)I(t) \\
 \frac{dD(t)}{dt} &= \varepsilon I(t) - (\eta + \rho)D(t) \\
 \frac{dA(t)}{dt} &= \zeta I(t) - (\theta + \mu + \kappa)A(t) \\
 \frac{dR(t)}{dt} &= \eta D(t) + \theta A(t) - (v + \xi)R(t) \\
 \frac{dT(t)}{dt} &= \mu A(t) + v R(t) - (\sigma + \tau)T(t) \\
 \frac{dH(t)}{dt} &= \lambda I(t) + \rho D(t) + \kappa A(t) + \xi R(t) + \sigma T(t) \\
 \frac{dE(t)}{dt} &= \tau T(t)
 \end{aligned} \tag{1}$$

dengan S, I, D, H, A, R, T, H, dan E merupakan delapan tingkatan populasi yang telah disampaikan diawal model. Kemudian untuk parameter yang digunakan didefinisikan pada Tabel 1.

Model SIDARTHE ini telah digunakan untuk memprediksi COVID-19 yang terjadi di Itali pada bulan Juli 2020 oleh Giordano [7]. Pada penelitian tersebut model ini disesuaikan dengan kondisi yang terjadi di negara itu. Untuk menyesuaikan model ini untuk kondisi di Indonesia, penelitian ini menggunakan data riil yang telah diperoleh dari Gugus Tugas Percepatan Penanganan Covid-19 sebagai bahan untuk mengestimasi seluruh parameter yang ada dalam model tersebut.

2.2 Estimasi Parameter

Estimasi parameter digunakan untuk menyesuaikan model SIDARTHE dengan keadaan yang terjadi di Indonesia. Penelitian ini menggunakan data riil dari 2 Maret 2020 sampai 12 Desember 2020. Kemudian untuk estimasi penduduk Indonesia tahun 2020 digunakan data dari Badan Pusat Statistik [13] yang memproyeksikan keseluruhan penduduk Indonesia 2020 adalah 271.066.400 yang di dalam penelitian ini nilai awal untuk *Susceptible* adalah $S(0) = 271 \times 10^6$. Penggunaan data tersebut menghasilkan estimasi parameter yang diberikan pada Tabel 2 dan nilai awal dari populasi diberikan pada Tabel 3. Nilai estimasi yang diperoleh ini selanjutnya digunakan untuk memprediksi bagaimana penyebaran dari COVID-19 dan penyebarannya jika diadakan penanganan dengan vaksin.

Tabel 1. Representasi parameter model SIDARTHE.

Parameter	Representasi
α	Laju transmisi (kemungkinan terjangkitnya seseorang dari kontak yang terjadi) antara seseorang <i>susceptible</i> dengan seseorang yang <i>Infected</i> (Orang Tanpa Gejala yang tidak terdeteksi)
β	Laju transmisi antara seseorang <i>susceptible</i> dengan seseorang yang <i>diagnosed</i> (Orang Tanpa Gejala yang terdeteksi)
γ	Laju transmisi antara seseorang <i>susceptible</i> dengan seseorang yang <i>ailing</i> (Orang Dengan Gejala yang tidak terdeteksi)
δ	Laju transmisi antara seseorang <i>susceptible</i> dengan seseorang yang <i>recognized</i> (Orang yang Positif COVID)
ε	Laju deteksi orang yang <i>Infected</i> ke <i>diagnosed</i>
θ	Laju deteksi orang yang <i>ailing</i> ke <i>recognized</i>
ζ	Laju deteksi atau kesadaran seorang <i>Infected</i> untuk melaporkan keadaannya
η	Laju deteksi atau kesadaran seseorang <i>ailing</i> untuk melaporkan keadaannya
μ	Laju pengobatan atau penanganan seseorang <i>ailing</i>
ν	Laju pengobatan atau penanganan seseorang yang positif
τ	Laju kematian
λ	Laju Kesembuhan <i>infected</i>
κ	Laju Kesembuhan <i>ailing</i>
ξ	Laju Kesembuhan <i>recognized</i>
ρ	Laju Kesembuhan <i>diagnosed</i>
σ	Laju Kesembuhan dari orang yang telah dirawat dengan penanganan (<i>Threatened</i>)

Tabel 2. Estimasi Parameter

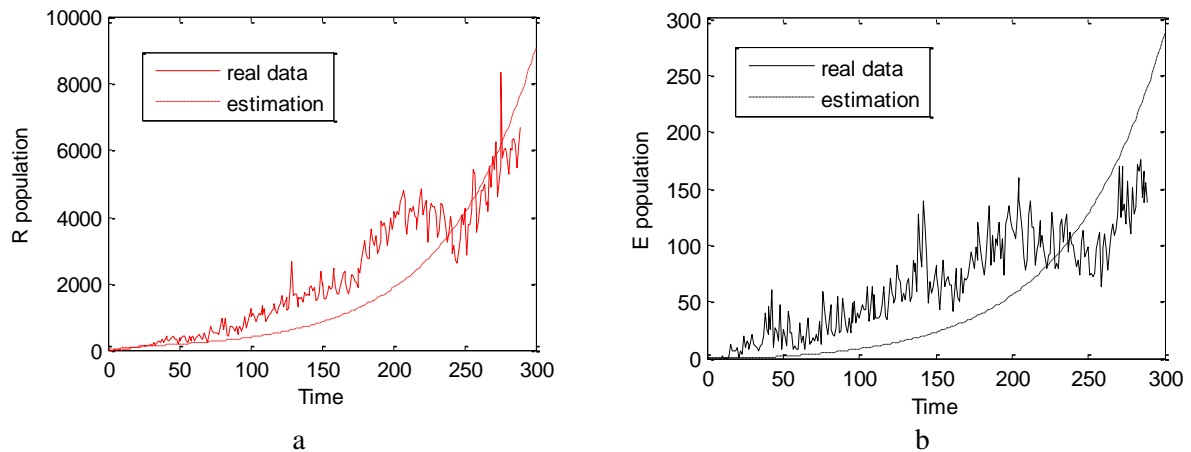
Parameter	Nilai estimasi	Parameter	Nilai estimasi	Parameter	Nilai estimasi
α	0.180	ζ	0.125	λ	0.034
β	0.024	η	0.125	κ	0.0007
γ	0.456	μ	0.017	ξ	0.0007
δ	0.456	ν	0.027	ρ	0.034
ε	0.370	τ	0.0013	σ	0.057
θ	0.370				

Tabel 3. Nilai Awal Populasi

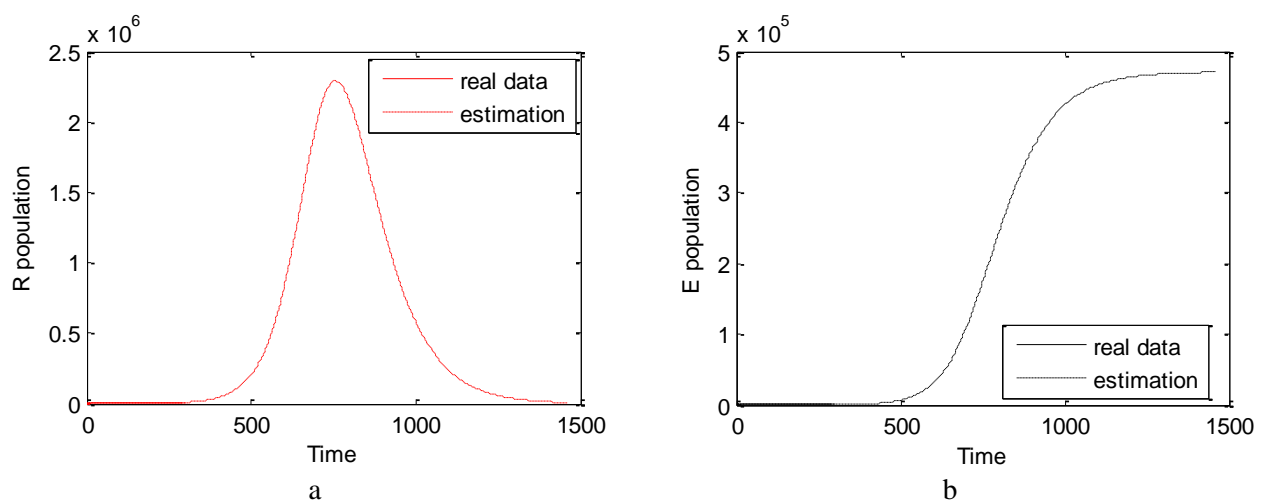
Variabel	Nilai awal	Variabel	Nilai estimasi
S	271×10^6	R	2
I	40	T	0
D	0	H	0
A	20	E	0

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai awal dan data COVID-19 dari 2 Maret 2020 sampai 12 Desember 2020 digunakan untuk mengestimasi parameter dengan hasil yang diberikan pada Gambar 2a yang merupakan hasil estimasi untuk populasi orang yang positif COVID-19 (*Recognized*) dan Gambar 2b untuk estimasi orang yang mengalami kematian karena COVID-19 (*Extinct*). Berdasarkan hasil ini, parameter tersebut digunakan untuk memprediksi perkembangan COVID-19. Dari model SIDARTHE, dengan nilai awal pada Tabel 3 dan parameter pada Tabel 2 diperoleh bahwa orang yang positif virus COVID-19 ini akan terus meningkat sampai 2.291.400 orang pada hari ke 750 atau sampai bulan Maret 2022 dan kemudian akan menurun perlahan sampai tahun 2024. Hasil ini diberikan pada Gambar 3a Untuk populasi yang meninggal karena COVID-19 diprediksi akan meningkat secara drastis mulai hari ke-500 sampai hari ke-100 hingga mencapai 470.620 yang diperlihatkan oleh Gambar 3b.



Gambar 2. Hasil estimasi populasi *Recognized* (a) dan *Extinct* (b) dengan parameter pada Tabel 2.



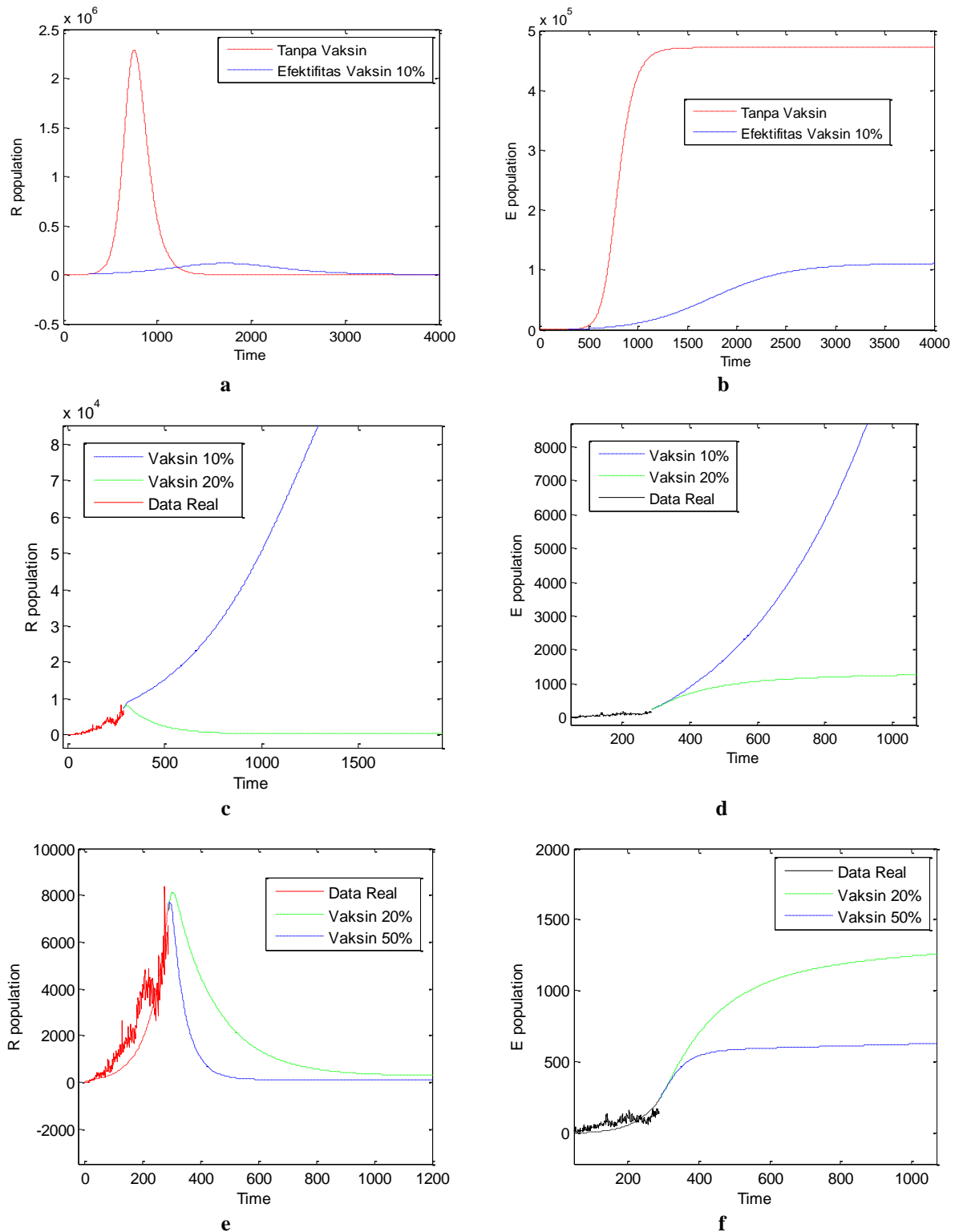
Gambar 3. Hasil prediksi populasi *Recognized* (a) dan *Extinct* (b) dengan parameter pada Tabel 2.

Hasil ini merupakan prediksi jika tidak ada penanganan dan pengendalian terhadap virus COVID ini. Tentunya Hasil ini akan menjadi berbeda jika pemerintah mengadakan pemberian vaksin terhadap masyarakat.

Pengaruh vaksin pastinya akan berakibat pada penyebaran virus COVID-19 ini. Dalam model ini vaksin dianalogikan sebagai penghambat laju transmisi virus dari individu satu ke individu lainnya. Sehingga pada penelitian ini efektifitas vaksin akan ditunjukkan dengan perubahan nilai parameter transmisi yaitu α , β , γ , dan δ . Banyaknya vaksin yang beredar membuat perbedaan efektifitas dari masing-masing vaksin yang digunakan [14]. Tidak hanya itu, bahkan efektifitas vaksin-vaksin ini masih belum diketahui dengan pasti [15]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diprediksi pengaruh vaksin ini dengan asumsi vaksin tersebut diberikan ke seluruh penduduk dan memiliki efektifitas yang dapat menurunkan transmisi penularan dari 10% sampai 50%.

Pemberian vaksin dengan asumsi efektifitas vaksin yang dapat menurunkan laju transmisi penularan menjadikan parameter transmisi yaitu α , β , γ , dan δ mengalami perubahan nilai. Sehingga pada prediksi ini parameter laju transmisi tersebut diambil menurut persentase efektifitas vaksin dari nilai yang diberikan pada Tabel 2. Jika vaksin yang digunakan memiliki efektifitas 10%, maka nilai parameter yang diambil adalah $\alpha = 0,162$, $\beta = 0,0216$, $\gamma = 0,4104$, dan $\delta = 0,0216$. Hasil yang diperoleh dari prediksi yang telah dilakukan terlihat pada Gambar 4a bahwa virus ini menyebar lebih lambat dan memiliki titik maksimal orang yang positif yaitu 117.120 yang berada jauh dibawah penyebaran tanpa vaksin 2.291.400. Begitu juga dengan kematian yang terjadi yaitu 110.540 tidak sebanyak kematian tanpa vaksin yang mencapai 470.620 orang. Penggunaan vaksin dengan efektifitas 20% dengan parameter $\alpha = 0,144$, $\beta = 0,0192$, $\gamma = 0,3648$, dan $\delta = 0,0192$ tentunya memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan vaksin yang memiliki efektifitas 10%. Pada Gambar 4c dan Gambar 4d memperlihatkan bahwa banyaknya yang positif COVID-19 hanya 8.120 orang dan kematian maksimal mencapai 1.757 orang. Begitupun dengan

penggunaan vaksin yang memiliki efektifitas 50% dengan parameter $\alpha = 0,090, \beta = 0,011, \gamma = 0,228, \text{ dan } \delta = 0,011$. Hasil yang diperoleh pada Gambar 4e terlihat bahwa jumlah orang yang positif akan lebih cepat menurun.



Gambar 4. Perbandingan hasil prediksi COVID-19. Perbandingan hasil prediksi populasi *Recognized* tanpa vaksin dengan vaksin berefektifitas 10% (a), vaksin berefektifitas 10% dengan vaksin berefektifitas 20% (c), vaksin berefektifitas 20% dengan vaksin berefektifitas 50% (e). Perbandingan hasil prediksi populasi *Extinct* tanpa vaksin dengan vaksin berefektifitas 10% (b), vaksin berefektifitas 10% dengan vaksin berefektifitas 20% (d), vaksin berefektifitas 20% dengan vaksin berefektifitas 50% (f).

dibandingkan penggunaan vaksin dengan titik maksimal infeksi positif sebesar 7.699 dan pada Gambar 4f jumlah kematian maksimal juga berada pada angka 828 orang. Perbandingan hasil ini dapat dilihat pada Tabel 4, berikut:

Tabel 4. Perbandingan Hasil

Kondisi	R Max	E Max
Tanpa vaksin	2.291.400	470.620
Vaksin 10%	117.120	11.0540
Vaksin 20%	8.120	1.757
Vaksin 50%	7.699	828

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diperoleh pada penelitian ini, penyebaran virus COVID-19 dengan angka infeksi positif akan terus meningkat sampai bulan Maret 2022 dan mulai menghilang pada tahun 2024. Ini terjadi jika tetap mengasumsikan bahwa keadaan sosial masyarakat tetap tidak berubah dan tidak ada penanganan khusus dari pemerintah. Sedangkan jika pemberian vaksin dengan efektifitas minimal 20% dan dengan asumsi vaksin ini diberikan kepada seluruh masyarakat dapat mempercepat penurunan jumlah individu yang positif dengan jumlah maksimal positif mencapai 8.120 pada Bulan Maret 2021 dan akan menghilang pada hari ke-1.000 atau sekitar bulan November 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Guan *et al.*, "Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China," *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 18, pp. 1708–1720, 2020, doi: 10.1056/NEJMoa2002032.
- [2] T. P. Velavan and C. G. Meyer, "The COVID-19 epidemic," *Trop. Med. Int. Heal.*, vol. 25, no. 3, pp. 278–280, 2020, doi: 10.1111/tmi.13383.
- [3] World Health Organization (WHO), "Coronavirus disease 2019 Situation Report 76 05th April 2020," *World Heal. Organ.*, vol. 2019, no. April, p. 2633, 2020, doi: 10.1001/jama.2020.2633.
- [4] World Health Organization (WHO), "Coronavirus disease 2019 Situation Report 169 07th July 2020," *World Heal. Organ.*, vol. 8, no. 1, pp. 3–8, 2020, doi: 10.30895/2312-7821-2020-8-1-3-8.
- [5] B. S. T. Alkahtani and S. S. Alzaid, "A novel mathematics model of covid-19 with fractional derivative. Stability and numerical analysis," *Chaos. Solitons. Fractals*, vol. 138, p. 110006, 2020, doi: 10.1016/j.chaos.2020.110006.
- [6] M. I. Mohd Yusoff, "The Use of System Dynamics Methodology in Building a COVID-19 Confirmed Case Model," *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/9328414.
- [7] G. Giordano *et al.*, *Modelling the COVID-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in Italy*, vol. 26, no. June. Springer US, 2020.
- [8] J. Arino and S. Portet, "A simple model for COVID-19," *Infect. Dis. Model.*, vol. 5, pp. 309–315, 2020, doi: 10.1016/j.idm.2020.04.002.
- [9] J. M. V. Grzybowski, R. V. Da Silva, and M. Rafikov, "Expanded SEIRCQ Model Applied to COVID-19 Epidemic Control Strategy Design and Medical Infrastructure Planning," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/8198563.
- [10] J. D. Murray, *Mathematical Biology: I. An Introduction. Third Edition*, vol. 79, no. 1. 2002.
- [11] R. Rustan and L. Handayani, "the Outbreak'S Modeling of Coronavirus (Covid-19) Using the Modified Seir Model in Indonesia," *Spektra J. Fis. dan Apl.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–68, 2020, doi: 10.21009/spektra.051.07.
- [12] "Vaksin Upaya Mencegah Terpapar Dari Penyakit Yang Mewabah - Berita Terkini _ Satgas Penanganan COVID-19," *covid19.go.id*, 2020.
- [13] BPS, *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. 2013.
- [14] A. Maharani, "Efikasi dan Efektivitas Vaksin COVID-19, Ini Bedanya," 2020. <https://www.klikdokter.com/info-sehat/read/3646208/efikasi-dan-efektivitas-vaksin-covid-19-ini-bedanya>.
- [15] A. N. Dzulfaroh, "Sinovac Tegaskan Efektivitas Vaksin Covid-19 Belum Diketahui," *KOMPAS.com*, 2020. <https://www.kompas.com/tren/read/2020/12/10/105500865/sinovac-tegaskan-efektivitas-vaksin-covid-19-belum-diketahui?page=all>.

