

ANALISIS ESTIMASI ANGKA REPRODUKSI COVID-19 DI KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN MODEL SIR (*SUSCEPTIBLE INFECTED RECOVERED*)

Yubelita Dibbasota Mamuraja, Setyo Wira Rizki, Hendra Perdana

INTISARI

Pemodelan dan analisis model SIR pada data Covid-19, khususnya pada pemodelan prediksi jumlah kasus untuk data Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Namun untuk di Kalimantan Barat belum ada penelitian pemodelan SIR mengenai untuk jumlah kasus Covid-19. Kajian data tingkat provinsi dan tingkat kabupaten atau kota dapat membantu pemerintah dalam membuat kebijakan mengatasi penyebaran Covid-19. Penelitian ini, memperkirakan angka reproduksi Covid-19 dengan mengestimasi parameter pada kasus Susceptible Infected Recovered di Provinsi Kalimantan Barat. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Susceptible Infected Recovered (SIR) data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Barat. Berdasarkan analisis menggunakan model SIR diperoleh angka reproduksi pada bulan Januari sampai April pada tahun 2021 yaitu 3 artinya $R_0 > 1$ nilai yang diperoleh menunjukkan potensi penyebaran Covid-19 terus bertambah hingga berkaitan dengan kematian.

Kata Kunci : Model SIR, Angka Reproduksi Covid-19.

PENDAHULUAN

Sejak ditemukannya virus corona yaitu SARS-CoV-2 di Wuhan pada akhir tahun 2019, SARS-CoV-2 ini penyakit yang disebut Covid-19 (*Corona Virus Disease-2019*) yang menyerang jaringan pernapasan. Pada tahap awal, individu yang terinfeksi mengalami pilek dan batuk sehingga menyebabkan kesulitan bernafas. Virus Corona ini diketahui dapat menular langsung dari orang ke orang melalui cairan atau air liur yang dikeluarkan dari hidung atau mulut saat bersin, batuk, bahkan pada saat berbicara dan WHO (Organisasi Kesehatan Dunia) resmi mengeluarkan pernyataan bahwa Covid-19 dapat berlama-lama di udara dalam ruangan tertutup [1].

Di Indonesia, kasus terkonfirmasi positif Covid-19 pertama kali pada tanggal 2 Maret 2020. Data per tanggal 31 Maret 2020, menunjukkan bahwa kasus terkonfirmasi berjumlah 1.528 orang dan 136 orang kasus kematian. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara dengan angka kematian tertinggi di Asia Tenggara, yaitu sebesar 8,9. Kebijakan penerapan *social (physical) distancing* dan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) yang diterapkan pemerintah, akan mampu menurunkan tingkat penularan penyakit Covid-19 walaupun masih banyak masyarakat yang belum menerapkan kebijakan ini secara disiplin. Orang yang pernah kontak dengan pasien Covid-19 harus melakukan isolasi mandiri, karena virus tersebut memiliki masa inkubasi selama 14 hari di dalam tubuh. Saat seseorang terpapar dan terinfeksi Covid-19 maka harus menjalankan isolasi dalam pengawasan tenaga medis [2]. Penelitian ini, menggunakan data Covid-19 di Kalimantan Barat pada tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021 dari Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Barat, untuk mengestimasi angka reproduksi Covid-19 di Kalimantan Barat menggunakan model SIR (*Susceptible Infected Recovered*) dengan tiga kelompok dalam suatu populasi, yaitu jumlah kasus rentan Covid-19, jumlah kasus infeksi Covid-19 dan jumlah Sembuh Covid-19 berdasarkan waktu harian.

MODEL SIR DALAM ANALISIS ESTIMASI ANGKA REPRODUKSI COVID-19

Model penyebaran Covid-19 dimulai membagi tiga kelompok yaitu S (*Susceptible*) adalah jumlah individu yang rentan terhadap Covid-19, I (*infected*) adalah jumlah individu yang terinfeksi Covid-19, R (*Recovered*) adalah jumlah individu yang sembuh dari infeksi Covid-19.

Model SIR digunakan untuk memprediksi bagaimana suatu penyakit menyebar, jumlah total yang terinfeksi, lamanya epidemi dan untuk memperkirakan berbagai parameter epidemiologis seperti jumlah reproduksi. Model SIR adalah model matematika yang dapat digunakan untuk penyebaran penyakit menular mengasumsikan populasi manusia menjadi tiga kelompok yaitu kelompok individu *susceptible* (rentan terhadap penyakit), kelompok individu *infected* (terinfeksi penyakit) dan kelompok *recovered* (sembuh dari penyakit). Migrasi atau perpindahan penduduk diasumsikan tidak mempengaruhi jumlah populasi manusia (N) karena populasi bersifat tertutup.

1. Persamaan diferensial Tingkat penularan Covid-19 melalui jumlah orang yang rentan pada sub populasi S (*Susceptible*)

Pemodelan sub populasi *Susceptible* mengalami penambahan karena adanya kelahiran alami (Λ) dan dimulai dengan memperhatikan tingkat pada penularan suatu penyakit melalui kontak (β) yang dipengaruhi oleh jumlah orang terinfeksi (I) dan jumlah orang yang rentan terhadap penyakit (S) dengan total populasi yang diamati (N) dengan tingkat kematian alami (μ). Dari uraian tersebut diperoleh persamaan laju penularan Covid-19 pada populasi *Susceptible*, yaitu :

$$\frac{dS}{dt} = \Lambda N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S \quad (1)$$

2. Persamaan diferensial Tingkat kesembuhan Covid-19 melalui jumlah orang yang terinfeksi I (*Infected*)

Pemodelan sub populasi *Infected* memperhatikan tingkat pada penularan suatu penyakit melalui kontak (I) yang dipengaruhi oleh jumlah orang terinfeksi (β) dan jumlah orang yang rentan terhadap penyakit (S) pada total populasi yang diamati (N) sehingga dapat berpengaruh terhadap tingkat kesembuhan dari infeksi Covid-19 (γ) dengan tingkat kematian alami (μ). Dari uraian tersebut diperoleh persamaan laju kesembuhan Covid-19 pada populasi *Infected*, yaitu:

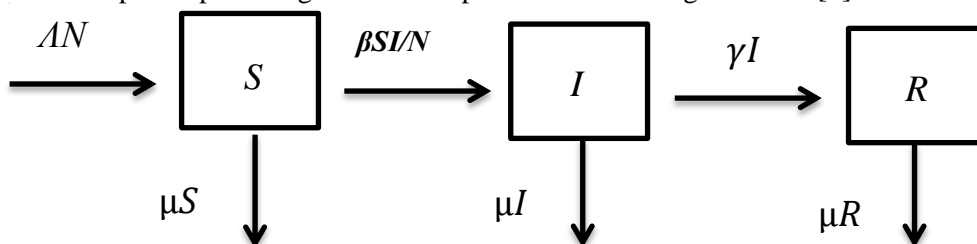
$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \quad (2)$$

3. Persamaan diferensial Tingkat kesembuhan Covid-19 melalui jumlah orang yang sembuh R (*Recovered*)

Pemodelan populasi *Recovered* memperhatikan tingkat kesembuhan dari infeksi Covid-19 (γ) terhadap jumlah individu yang sembuh (R) dan berpengaruh terhadap tingkat kematian alami (μ). Dari uraian tersebut diperoleh persamaan tingkat kesembuhan Covid-19 pada populasi *Recovered*, yaitu :

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \mu R \quad (3)$$

Model SIR dapat ditampilkan pada diagram alir dan panah transisi sebagai berikut [3]:



Gambar 1. Diagram proses penyebaran estimasi parameter Covid-19

Berdasarkan Gambar 1, diperoleh model matematika penyebaran estimasi parameter Covid-19 sebagai berikut [3]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \mu N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \mu R \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

dengan:

S jumlah individu rentan

I adalah jumlah Individu yang infeksi Covid-19 di Kalimantan Barat

R adalah jumlah Individu yang sembuh Covid-19 di Kalimantan Barat

A adalah tingkat kelahiran alami

β adalah tingkat penularan dari individu terinfeksi ke individu rentan

γ adalah tingkat kesembuhan individu terinfeksi

μ adalah tingkat kematian alami

R_0 adalah angka Reproduksi

N adalah jumlah populasi penduduk di Kalimantan Barat

Pemodelan SIR yang digunakan dalam estimasi kasus Covid-19 di Kalimantan Barat menggunakan data Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Barat. Model SIR yang akan digunakan pada penelitian ini berdasarkan pada persamaan (4), dengan $S(0) = S_0, I(0) = I_0, R(0) = R_0$ dan pada asumsi menyatakan $N = S + I + R$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= \frac{dS}{dt} + \frac{dI}{dt} + \frac{dR}{dt} \\ \frac{dN}{dt} &= \left(\mu N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S \right) + \left(\frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \right) + (\gamma I - \mu R) \\ \frac{dN}{dt} &= \mu N - \mu S - \mu I - \mu R \end{aligned}$$

Titik Kesetimbangan

Titik kesetimbangan adalah titik yang tidak mengalami perubahan terhadap waktu sistem persamaan dapat ditentukan titik kesetimbangannya dengan $\frac{dS}{dt} = 0, \frac{dI}{dt} = 0, \frac{dR}{dt} = 0$. Titik kesetimbangannya dalam sistem persamaan sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \mu N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \mu R \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Berdasarkan Persamaan (5) dapat diperoleh titik kesetimbangan. Titik kesetimbangan menyatakan bahwa dalam suatu populasi tidak ada populasi yang terinfeksi pada asumsi $I = 0$. Misalkan titik kesetimbangan penyakit dengan $E_1 = (S_1, I_1, R_1) = (S_1, 0, R_1)$. Untuk memperoleh titik kesetimbangan penyakit, langkah pertama yaitu mensubstitusikan $I = 0$ sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \gamma I - \mu R &= 0 \\ 0 - \mu R &= 0 \end{aligned}$$

Karena $\mu > 0, A > 0$, dan $I = 0$, maka titik kesetimbangan untuk sub populasi $R = 0$. Selanjutnya mensubstitusikan $I = 0$ dan $R = 0$ sehingga di peroleh sebagai berikut:

$$\mu N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S = 0$$

$$\mu N - \mu S = 0$$

$$-\mu S = -\mu N$$

$$S_1 = N$$

Sehingga titik kesetimbangan penyakit terjadi saat $S = N$, maka diperoleh titik kesetimbangan penyakit pada sistem persamaan adalah $E_1 = (S_1, I_1, R_1) = (N, 0, 0)$.

Titik kesetimbangan endemik menyatakan bahwa pada suatu populasi ada individu yang terinfeksi penyakit. Langkah untuk menentukan titik kesetimbangan endemik ($E_2 = S_2, I_2, R_2$) sebagai berikut:

$$\frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I = 0$$

$$\frac{\beta SI}{N} - (\gamma + \mu)I = 0$$

$$\frac{\beta SI}{N} = (\gamma + \mu)I$$

$$S = \frac{(\gamma + \mu)I \cdot N}{\beta \cdot I}$$

$$S_2 = \frac{(\gamma + \mu)N}{\beta}$$

maka diperoleh titik kesetimbangan endemik $S_2 = \frac{(\gamma + \mu)N}{\beta}$. Selanjutnya menentukan titik

kesetimbangan endemik pada persamaan $\frac{dR}{dt} = \gamma I - \mu R$ sebagai berikut:

$$\gamma I - \mu R = 0$$

$$\gamma I = \mu R$$

$$I_2 = \frac{\mu R}{\gamma}$$

Langkah selanjutnya menentukan titik kesetimbangan endemik R_2 sebagai berikut:

$$\mu N - \frac{\beta SI}{N} - \mu S = 0$$

$$\mu N - \frac{\beta \left(\frac{(\gamma + \mu)N}{\beta} \right) \left(\frac{\mu R}{\beta} \right)}{\beta} - \mu \left(\frac{(\gamma + \mu)N}{\beta} \right) = 0$$

$$\mu N - \frac{(\gamma + \mu)(\mu R)}{\mu} - \frac{\mu N(\gamma + \mu)}{\beta} = 0$$

$$\frac{(\gamma + \mu)\mu R}{\gamma} = \mu N - \frac{\mu N(\gamma + \mu)}{\beta}$$

$$\frac{(\gamma + \mu)\mu R}{\gamma} = \frac{\mu N \cdot \beta - \mu N(\gamma + \mu)}{\beta}$$

$$(\gamma + \mu)\mu R = \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N(\gamma + \mu)}{\beta}$$

$$R_2 = \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N(\gamma + \mu)}{\mu \beta (\gamma + \mu)}$$

maka diperoleh titik kesetimbangan endemik $R_2 = \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N (\gamma + \mu)}{\mu \beta (\gamma + \mu)}$. Selanjutnya menentukan titik kesetimbangan endemik I_2 sebagai berikut:

$$I = \frac{\mu R}{\gamma}$$

$$I = \frac{\mu \left(\frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N (\gamma + \mu)}{\mu \beta (\gamma + \mu)} \right)}{\gamma}$$

$$I_2 = \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N (\gamma + \mu)}{\gamma \cdot \beta (\gamma + \mu)}$$

Maka diperoleh titik kesetimbangan endemik ($E_2 = S_2, I_2, R_2$) sebagai berikut:

$$E_2 = (S_2, I_2, R_2) = \left(\frac{(\gamma + \mu)N}{\beta}, \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N (\gamma + \mu)}{\gamma \cdot \beta (\gamma + \mu)}, \frac{\gamma \cdot \mu N \cdot \beta - \gamma \cdot \mu N (\gamma + \mu)}{\mu \beta (\gamma + \mu)} \right)$$

Angka Reproduksi

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat seberapa luas penyebaran suatu epidemi adalah dengan menggunakan angka reproduksi. Angka reproduksi dikelompokkan dalam tiga bentuk yaitu jika nilai yang diperoleh ($R_0 < 1$) ini menunjukkan penyebaran Covid-19 akan tetap terjadi namun seiring waktu akan menghilang dengan sendirinya, jika angka reproduksi dasar lebih dari satu ($R_0 > 1$) maka menunjukkan potensi penyebaran Covid-19 terus bertambah hingga berkaitan dengan kematian, dan jika angka reproduksi dasar ($R_0 = 1$) maka menunjukkan terjadinya endemik Covid-19 (penyebarannya signifikan namun terbatas) dan tetap ada pada populasi[4]. Bilangan reproduksi dengan menerapkan metode pendekatan operator *The Next Generation*. Dalam menentukan bilangan reproduksi dengan memperhatikan sub populasi I , karena subpopulasi tersebut menjadi bagian penyebaran penyakit. Sub populasi tersebut sebagai berikut[5]:

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \tag{6}$$

Pada persamaan (6) yaitu persamaan tak linear terdapat perkalian antara variabel S dan I , dengan memperhatikan sub-populasi I maka dilakukan substitusi nilai titik kesetimbangan bebas penyakit ke dalam linearisasi dengan $J(I)$ adalah matriks Jacobian pada sub-populasi I sebagai berikut:

$$J(I) = \frac{\partial \left(\frac{\beta SI}{N} - \gamma I - \mu I \right)}{\partial I}$$

$$J(I) = \frac{\partial \left(\frac{\beta SI}{N} - \gamma + \mu \right) I}{\partial I}$$

$$J(I) = \frac{\beta S}{N} - (\gamma + \mu)I$$

$$J = \beta - (\gamma + \mu)I$$

maka diperoleh F sebagai tingkat infeksi yang mengakibatkan bertambahnya kasus infeksi dan V tingkat infeksi yang mengakibatkan berkurangnya infeksi sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$F = \beta, V = (\gamma + \mu)$$

pada persamaan (6) diperoleh bentuk matriks *The Next Generation* sebagai berikut:

$$K = FV^{-1} = \beta(\gamma + \mu)^{-1}$$

$$= \frac{(\gamma + \mu)}{\beta}$$

The next generation matrix adalah metode untuk menentukan angka reproduksi, karena metode ini digunakan untuk menurunkan angka reproduksi dasar untuk model penyebaran penyakit menular. Berdasarkan perhitungan dengan matriks *The Next Generation* maka diperoleh angka reproduksi dasar sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{(\gamma + \mu)}{\beta} \quad (7)$$

Nilai parameter pada tabel 1 dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\beta = \frac{I}{N}$$

$$\gamma = \frac{R}{N}$$

$$\Lambda = \frac{S}{N}$$

$$\mu = \frac{1}{\text{angka harapan hidup}}$$

SIMULASI MODEL SIR UNTUK DATA COVID-19 DI KALIMANTAN BARAT

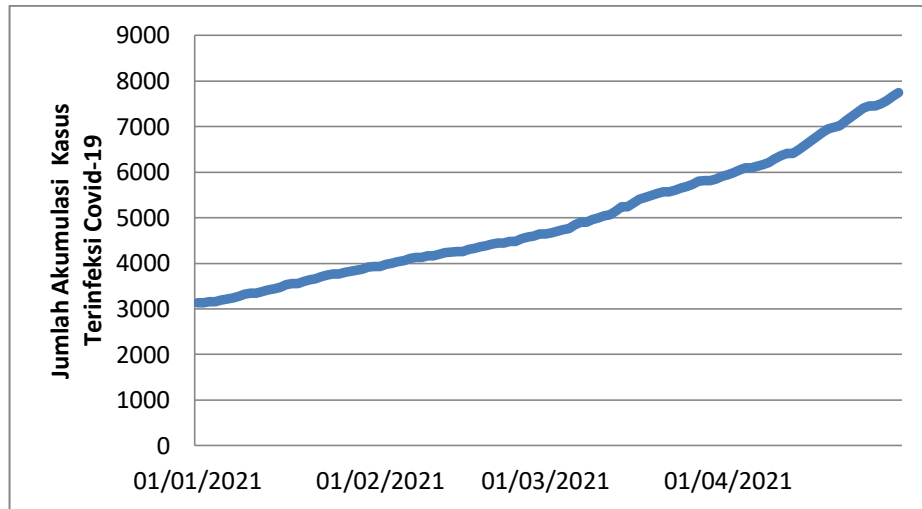
Simulasi model SIR dalam penelitian ini dilakukan dengan memasukkan nilai estimasi parameter menggunakan data Covid-19 di Kalimantan Barat. Penelitian ini menghasilkan estimasi angka reproduksi pada data Covid-19 dan dapat dilihat Grafik data kasus rentan, data kasus infeksi dan data kasus sembuh Covid-19 sebagai berikut:

Tabel 1 Data Kasus Infeksi dan Sembuh Perhari Covid-19 di Kalimantan Barat

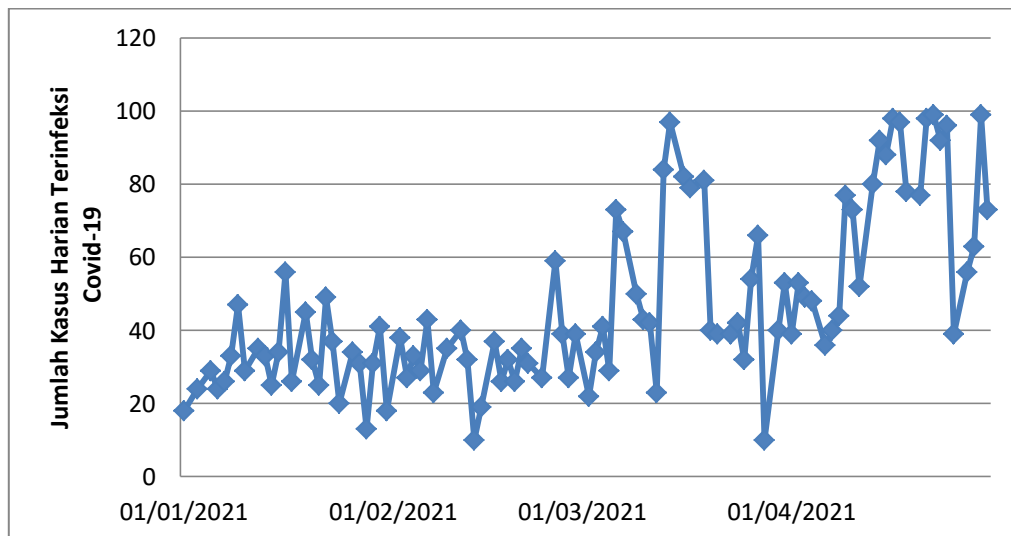
TANGGAL	PERHARI (KASUS INFEKSI)	PERHARI (KASUS SEMBUH)
01/01/2021	18	60
02/01/2021	-	-
03/01/2021	24	52
04/01/2021	-	-
05/01/2021	29	26
06/01/2021	24	38
07/01/2021	26	35
08/01/2021	33	28
09/01/2021	47	22
10/01/2021	29	31
⋮	⋮	⋮
27/04/2021	56	77
28/04/2021	63	69
29/04/2021	99	73
30/04/2021	73	70

Sumber: <https://data.kalbarprov.go.id/pages/corona>

Berdasarkan Tabel 1 data Covid-19 di Kalimantan Barat pada tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021 dari Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Barat bertujuan untuk mengestimasi angka reproduksi Covid-19 di Kalimantan Barat menggunakan model SIR (*Susceptible Infected Recovered*), pada tanggal 2 Januari 2021 dan 4 Januari 2021 tidak terdapat data pada sumber <https://data.kalbarprov.go.id/pages/corona>. Selanjutnya diperoleh grafik akumulasi terinfeksi sebagai berikut:

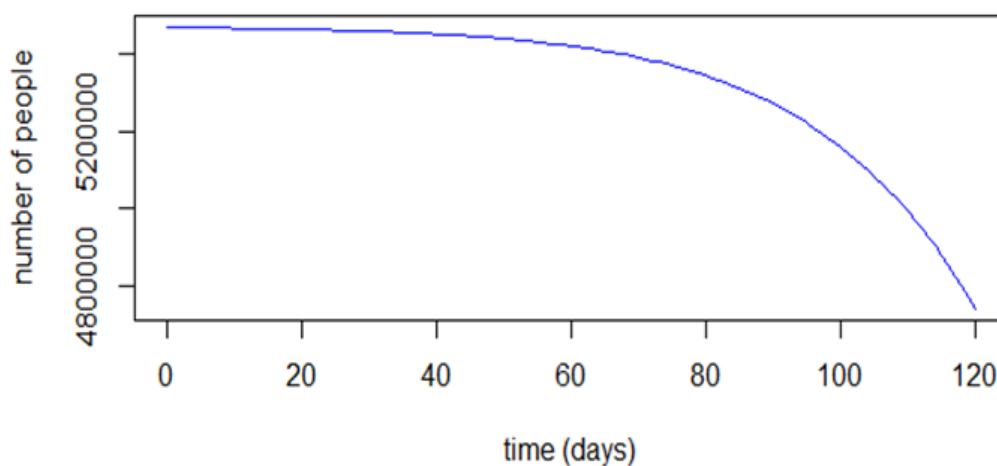


Gambar 1. Akumulasi Terinfeksi Covid-19 di Kalimantan Barat pada 1 Januari sampai 30 April 2021

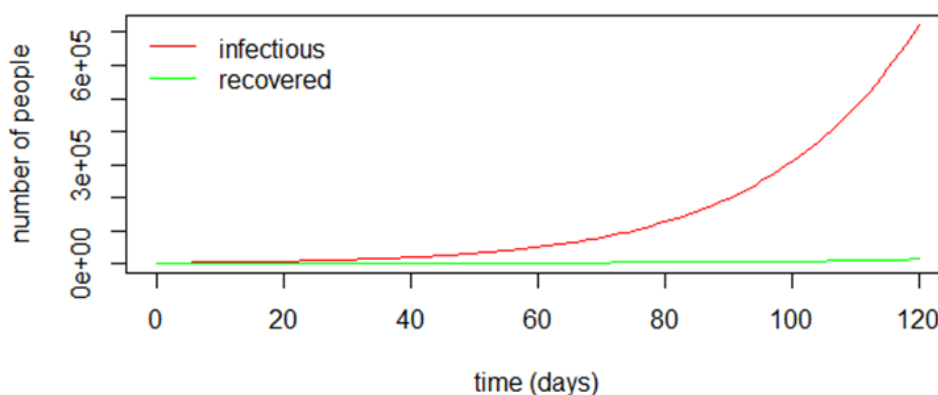


Gambar 2. Kasus Harian Terinfeksi Covid-19 di Kalimantan Barat pada 1 Januari sampai 30 April 2021

Pada Gambar 1 dan Gambar 2 berdasarkan jumlah data pada kasus terinfeksi Covid-19 pada tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021 dapat dilihat bahwa pada kasus infeksi mengalami peningkatan. Hal ini terjadi kurang disiplinnya masyarakat untuk mematuhi protokol kesehatan seperti melakukan *social distancing* menggunakan masker pada saat beraktivitas diluar rumah. Berdasarkan Tabel 1 maka diperoleh hasil grafik pemodelan SIR dalam kasus covid-19 di Kalimantan Barat menggunakan data kasus rentan, kasus infeksi dan kasus sembuh pada tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021 dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Kasus Rentan Covid-19 untuk data 1 Januari sampai 30 April 2021 di Kalimantan Barat



Gambar 4. Hasil Estimasi Parameter Kasus Infeksi dan Sembuh Covid-19 untuk data 1 Januari sampai 30 April Februari 2021 di Kalimantan Barat

Berdasarkan Pada Gambar 3 dan 4 disajikan simulasi penyebaran Covid-19 pada kondisi endemik. Simulasi ini digunakan untuk mengetahui tingkat penyebaran Covid-19. Pada Gambar 3 jumlah individu pada sub-populasi *susceptible* bergerak turun, hal ini dikarenakan terdapat individu yang terinfeksi Covid-19 ataupun jumlahnya yang terus meningkat. Selanjutnya, tingkat kontak antara sub-populasi *susceptible* dengan sub-populasi *infected* dan antara sub-populasi *susceptible* dengan sub-populasi *recovered* akan menyebabkan penurunan jumlah individu pada sub-populasi *susceptible*. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa Covid-19 akan tetap ada. Pada gambar 4 simulasi terdapat dua kurva yaitu berwarna merah dan hijau. Kurva berwarna merah menyatakan estimasi kasus *infected* (I) dan kurva berwarna hijau menyatakan estimasi kasus *recovered* (R). Hasil estimasi model SIR Gambar 3 dan 4 pada data Provinsi Kalimantan Barat tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021, berdasarkan nilai parameter yaitu dengan nilai tingkat penularan penyakit $\beta = 0,0452$ selanjutnya tingkat kesembuhan individu terinfeksi dengan nilai $\gamma = 0,0007$, tingkat kematian alami $\mu = 0,0142$ Nilai parameter β, γ, μ dengan persamaan (7) diperoleh nilai $R_0 = 3$ menyatakan nilai $R_0 > 1$ artinya potensi penyebaran Covid-19 terus bertambah hingga berkaitan dengan kematian.

Rangkuman Hasil Analisis Estimasi Model SIR

Berdasarkan hasil Analisis Estimasi Model SIR pada Tanggal 1 Januari sampai 30 April 2021 dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai estimasi parameter kasus infeksi Covid-19 di Kalimantan Barat

Parameter	Keterangan	Nilai
S	Jumlah individu rentan	5470797 Orang
I	Jumlah individu terinfeksi	259342 Orang
R	Jumlah individu sembuh	4018 Orang
N	Jumlah Individu Kalimantan Barat	5734157 Orang
β	Tingkat Penularan Penyakit	0,0452 $\frac{1}{\text{hari}}$
γ	Tingkat Kesembuhan Individu Terinfeksi	0,0007 $\frac{1}{\text{hari}}$
μ	Tingkat Kematian Alami	0,0142 $\frac{1}{\text{hari}}$
λ	Tingkat Kelahiran	0,9540 $\frac{1}{\text{hari}}$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data tanggal 1 Januari 2021 sampai 30 April 2021 Covid-19 di Kalimantan Barat dengan menggunakan model SIR, maka dapat disimpulkan bahwa angka reproduksi ini menunjukkan tingkat dari individu rentan yang dapat terjangkit disebabkan oleh satu individu terinfeksi Covid-19. Pada bulan Januari sampai April 2021 angka reproduksi yaitu 3 artinya menunjukkan potensi penyebaran Covid-19 terus bertambah hingga berkaitan dengan kematian. Demikian Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat membuat kebijakan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian kasus Covid-19 seperti melakukan lockdown di sekolah, kampus dan tempat-tempat umum serta penerapan disiplin menggunakan masker dan menghimbau adanya hukum tentang protokol kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anies. Covid-19: Seluk Beluk Corona Virus yang Wajib di Baca. Yogyakarta ;CV Arruzz Media. 2020.
- [2] Sumarni Y. Pandemi Covid-19 Tentang Ekonomi dan Bisnis. *ejurnal.iainbengkulu*, 2020 September; 6(2), 47-58.
- [3] Yudasubrata N. S. Y. *Analisis Dinamik Model SIR dengan Skema Beda Hingga Tak-Standar. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Terapan 2018*. Universitas Jenderal Soedirman, 2018.
- [4] Yulida.Y, Karim.M.A. Pemodelan Matematika Penyebaran Covid-19 di Provinsi Kalimantan Selatan. Universitas Lambung Mangkurat: Program Studi Matematika FMIPA. *Ejurnal.binawakya.or.id*. 2020 Mei; 14 (10), 3257-3264.
- [5] Kasbawati. Penentuan Nilai R_0 dengan Menggunakan Operator The Next Generation. *Jurnal Matematika, Statistika, Komputasi*. 2009; 6 (1), 59-64.
- [6] Amri. N. A, *Analisis Model SIR (Susceptible Infected Recovered) dalam Penyebaran Penyakit Kanker Serviks Di Kota Palopo*. Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo ,Sulawesi Selatan. 2020.

YUBELITA DIBBASOTA MAMURAJA

:Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
yubelitadibbasotamamuraja@student.untan.ac.id

SETYO WIRA RIZKI

:Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
setyo.wirarizki@math.untan.ac.id

HENDRA PERDANA

:Jurusan Matematika FMIPA UNTAN, Pontianak
hendra.perdana@math.untan.ac.id
