



**ANALISA PELAKSANAAN NEW NORMAL DI KALIMANTAN SELATAN MELALUI
MODEL MATEMATIKA SIRD**

Oleh:

Muhammad Ahsar Karim¹⁾ & Yuni Yulida²⁾

^{1,2}Program Studi Matematika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Email: ¹m_ahsar@ulm.ac.id & ²y_yulida@ulm.ac.id

Abstract

Mathematical models of epidemiology are very useful in studying the interrelationships among various epidemiological cases, conducting evaluations of efforts to deal with these cases, and preparing preventive actions and control of health problems in a population. One of the most popular models is SIR Model (Susceptible, Infectious, Recovered). Along with the rapid development in the field of epidemiology, the SIR Model has also undergone many modifications, one of which is the SIRD Model. The SIRD Model is modified for cases that explicitly separate Recovered and Deaths subpopulations. Since the positive case of Coronavirus Disease (Covid-19) was first confirmed in the Province of South Borneo on March 22, 2020, this outbreak has continued to increase significantly until the end of May 2020, exactly where the Large-scale Social Restrictions simultaneously ended throughout the region. The end of this restriction is the starting point for the start of 'New Normal' in South Kalimantan, which is called the New Life Order in the midst of the Covid-19 outbreak. In this study, an analysis was conducted to measure the implementation of the New Normal in South Borneo, as part of the evaluation material for the community and the local government on the implementation of the New Normal. Analysis was conducted using the SIRD Model and the data of Covid-19 in South Borneo in the period June 16 to July 17, 2020. The data showed an increase in the Attack Rate, which illustrates that the positive cases of Covid-19 in South Borneo are still experiencing an increase. The data also shows an increase in the Case Recovery Rate and a decrease in the Case Fatality Rate, which indicates that efforts to accelerate the handling of Covid-19 cases in South Borneo have given positive results. On the other hand, the parameter estimation process of the SIRD Model produces a Basic Reproduction Number of 2 and an Effective Reproductive Number of 1.82. Both of these numbers indicate that the transmission of Covid-19 in South Borneo is still out of control and it is estimated that the high transmission will still occur until the end of August 2020.

Keywords: SIR Model, Covid-19, South Borneo, Attack Rate, Case Recovery Rate, Case Fatality Rate, Estimasi Parameter, Basic Reproduction Number, and Effective Reproductive Number.

PENDAHULUAN

Pemodelan matematika adalah salah satu bidang kajian matematika yang berusaha menjelaskan masalah/fenomena pada dunia nyata dalam bahasa matematika untuk memberikan pemahaman yang tepat terhadap masalah tersebut. Berbagai masalah yang kompleks direpresentasikan ke dalam bentuk yang lebih sederhana dan lebih mudah diselesaikan, namun tetap dapat mewakili fenomena yang sebenarnya.

Bentuk ini pada umumnya disebut sebagai Model Matematika. Model matematika telah sejak lama diaplikasikan pada berbagai bidang ilmu terapan, salah satunya pada bidang kajian epidemiologi yang dikenal dengan Model Matematika Epidemiologi. Model matematika epidemiologi sangat berguna dalam mempelajari keterkaitan berbagai kasus epidemiologi, melakukan evaluasi terhadap upaya-upaya penanganan kasus tersebut, dan untuk menyusun perencanaan suatu



tindakan dalam pencegahan dan pengendalian masalah-masalah kesehatan dalam populasi.

Satu diantara sekian banyak model matematika epidemiologi yang sangat populer adalah Model SIR (*Susceptible, Infectious, Recovered*). Pada model ini, populasi dibagi ke dalam tiga kelompok utama, yakni berpotensi terinfeksi (*S*), terinfeksi (*I*), dan sembuh maupun meninggal (*R*). Seiring dengan pesatnya perkembangan bidang kajian epidemiologi, Model SIR ini pun mengalami banyak modifikasi untuk penyesuaian terhadap dinamika berbagai masalah kesehatan dalam suatu populasi, beberapa diantaranya adalah SIRS, SEIR, dan SIRD. Model SIRS dimodifikasi untuk mengakomodir adanya kasus dengan kelompok populasi sembuh berpotensi terinfeksi kembali. Model SEIR dimodifikasi untuk menyesuaikan pada kasus dengan pembagian kelompok populasi terinfeksi menjadi dua sub-kelompok, yaitu terinfeksi namun tidak menular (*Exposed*) dan terinfeksi serta menular (*Infectious*). Sedangkan Model SIRD dimodifikasi untuk kasus yang secara tegas memisahkan kelompok populasi sembuh (*Recovered*) dan kelompok populasi meninggal (*Deaths*).

Sejak Desember 2019, masyarakat dunia dibuat takut dan panik oleh wabah Covid-19 (*Coronavirus Disease 2019*), yang lebih populer dengan nama virus corona. Virus ini diduga pertama kali berkontak dengan manusia di Wuhan, China pada 17 November 2019, kemudian dilaporkan mulai menyebar ke seluruh dunia. Di Indonesia, kasus Covid-19 pertama terkonfirmasi pada 2 Maret 2020. Pada 11 Maret 2020, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengumumkan secara resmi bahwa wabah Covid-19 merupakan pandemi global. Tidak lama berselang, pada 16 Maret 2020, Pemerintah Indonesia mulai menerapkan pola bekerja dari rumah (*work from home*) dan melakukan pembatasan pada berbagai jalur transportasi, mulai dari pergerakan antar pulau hingga perjalanan ke dalam dan ke luar negeri.

Di Provinsi Kalimantan Selatan (Kalsel), kasus positif Covid-19 pertama terkonfirmasi pada 22 Maret 2020, kemudian terus mengalami

peningkatan yang signifikan hingga pekan ketiga Mei 2020 (Yulida, 2020). Pemerintah Kalsel telah mengantisipasi peningkatan tersebut dengan mulai menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). PSBB pertama dilaksanakan di Kota Banjarmasin pada 24 April 2020 (berdasarkan SK Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/Menkes/262/2020), dimana kota ini memiliki jumlah kasus positif Covid-19 terbesar dibandingkan dengan kab/kota lainnya di Kalsel. Kemudian disusul di Kabupaten Banjar, Kabupaten Barito Kuala dan Kota Banjarbaru pada 16 Mei 2020 (berdasarkan SK Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/304/2020). Dalam tulisan Yulida (2020) diduga bahwa kasus positif Covid-19 akan mencapai puncak pada awal Agustus 2020, dengan asumsi bahwa PSBB benar-benar memberikan efek yang signifikan dalam menekan laju penularan Covid-19. Sejalan dengan itu, Pemerintah Kalsel menargetkan baru bisa menerapkan New Normal pada Agustus 2020 dengan pertimbangan dibutuhkan persiapan selama tiga bulan untuk penerapan tersebut (Kompas.com, 2020). Empat pemerintah kota/kabupaten di Kalsel, yang tidak lagi melakukan perpanjangan PSBB setelah berakhir di penghujung Mei 2020, menyikapi hal ini dengan meminta masyarakat agar tetap disiplin menjalankan protokol kesehatan yang berlaku sebagai upaya pencegahan penularan Covid-19.

Berakhirnya penerapan PSBB di Kalsel menjadi awal dimulainya 'New Normal', yang disebut sebagai Tatanan Hidup Baru di tengah wabah Covid-19. Panduan lengkap penerapan *New Normal* melalui Keputusan Menkes dengan nomor HK.01.07/MENKES/328/2020 tentang Panduan Pencegahan dan Pengendalian Covid-19 di Tempat Kerja Perkantoran dan Industri dalam Mendukung Keberlangsungan Usaha pada Situasi Pandemi. WHO sendiri menetapkan enam syarat untuk pemberlakuan *New Normal* (Republika.co.id, 2020), dengan dua diantaranya adalah: pertama, penularan Covid-19 di wilayah yang akan menerapkan *New Normal* telah dapat dikendalikan, yaitu bila mengacu pada Angka Reproduksi Dasar (R_0), situasi terkendali jika

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>



nilai R_0 di bawah 1, dan kedua, sistem kesehatan, yang mencakup rumah sakit hingga peralatan medis, sudah mampu melakukan identifikasi, isolasi, pengujian, pelacakan kontak, hingga melakukan karantina orang yang terinfeksi.

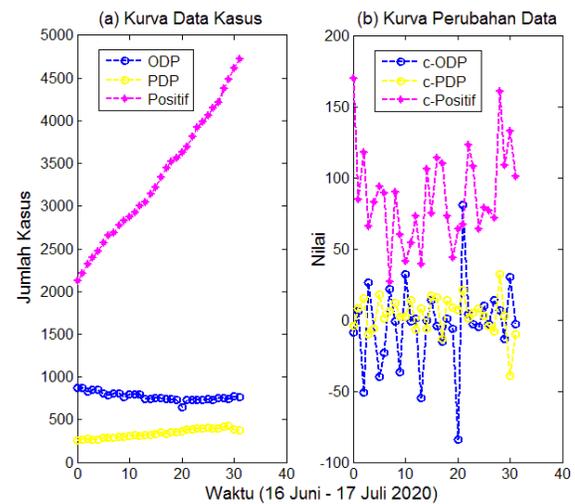
Pada penelitian ini dilakukan analisa untuk menakar pelaksanaan *New Normal* di Kalsel sebagai bahan evaluasi bagi masyarakat dan pemerintah setempat terhadap pelaksanaan Tatanan Hidup Baru di tengah wabah Covid-19. Analisa dilakukan dengan menggunakan Model Matematika SIRD dan data kasus Covid-19 yang dipublikasikan oleh Dinas Kesehatan (Dinkes) Kalsel. Periode data yang digunakan dimulai pada 16 Juni 2020, dengan memperhatikan waktu berakhirnya pelaksanaan PSBB secara serentak di Kalsel (30 Mei 2020) dan masa inkubasi virus corona (sekitar 14 - 24 hari).

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

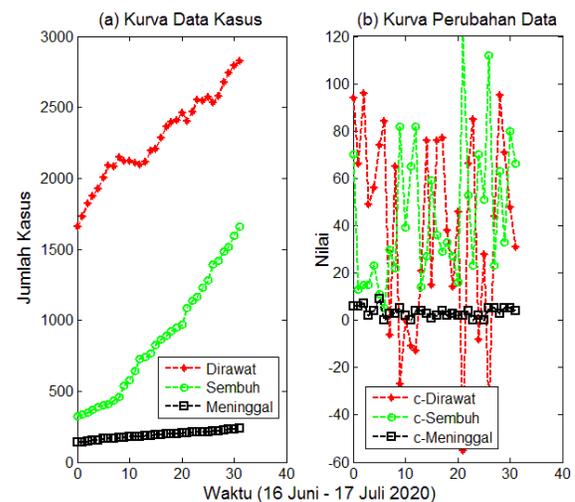
Penelitian ini menggunakan data kasus Covid-19 yang dipublikasikan oleh Dinkes Kalsel (Dinkes.kalselprov.go.id., 2020 dan Instagram.com, 2020), terdiri dari jumlah kasus Orang Dalam Pemantauan (ODP), Pasien Dalam Pengawasan (PDP), dan Kasus Konfirmasi (Positif). Kasus Positif terdiri dari kasus Dalam Perawatan, Sembuh, dan Meninggal. Pada data yang diupdate setiap hari sejak 22 Maret 2020 tersebut, disajikan jumlah setiap kasus di setiap kab/kota dan jumlah total setiap kasus di tingkat provinsi. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah jumlah total setiap kasus di Kalsel pada periode 16 Juni - 17 Juli 2020. Grafik kasus ODP, PDP, dan Positif diberikan pada Gambar 1. Sedangkan grafik kasus-kasus Positif, yaitu Terinfeksi/Sedang Dirawat, Sembuh, dan Meninggal diberikan pada Gambar 2.

Gambar 1. Grafik Kasus Covid-19 Kalsel



Gambar 1 (a) menunjukkan kurva-kurva kasus ODP, PDP, dan Positif Covid-19 di Kalsel, sedangkan Gambar 1 (b) menunjukkan kurva-kurva perubahan (*change*) setiap kasus tersebut, masing-masing disimbolkan dengan *c*-ODP, *c*-PDP, dan *c*-Positif.

Gambar 2. Grafik Kasus Positif Covid-19 Kalsel



Gambar 2 (a) menunjukkan kurva-kurva kasus Terinfeksi/Dirawat, Sembuh, dan Meninggal karena Covid-19 di Kalsel, sedangkan Gambar 2 (b) menunjukkan kurva-kurva perubahan setiap kasus tersebut, masing-masing disimbolkan dengan *c*-Dirawat, *c*-Sembuh, dan *c*-Meninggal.



Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka dan literatur, mulai dari pengelompokan data dan pengidentifikasian kebijakan dalam penanganan kasus Covid-19 di Kalsel hingga penelusuran teori-teori pendukung dalam pemodelan matematika epidemiologi. Data kasus Covid-19 di Kalsel dideskripsikan berdasarkan ukuran-ukuran epidemiologi, diantara yang digunakan adalah: *Attack Rate*, *Case Recovery Rate*, dan *Case Fatality Rate*. Data ini kemudian dianalisa dengan menggunakan Model SIRD. Solusi model ditentukan secara numerik dengan menggunakan Metode Runge Kutta. Selanjutnya dilakukan estimasi parameter pada model berdasarkan data dengan menggunakan Metode Kuadrat Terkecil Taklinear (*Least Square Nonlinear*, biasa disingkat *lsqnonlin*) untuk mendapatkan nilai *Basic Reproduction Number*. Akhirnya, hasil dari estimasi parameter dapat digunakan untuk memprediksi pergerakan data kasus Covid-19 di Kalsel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

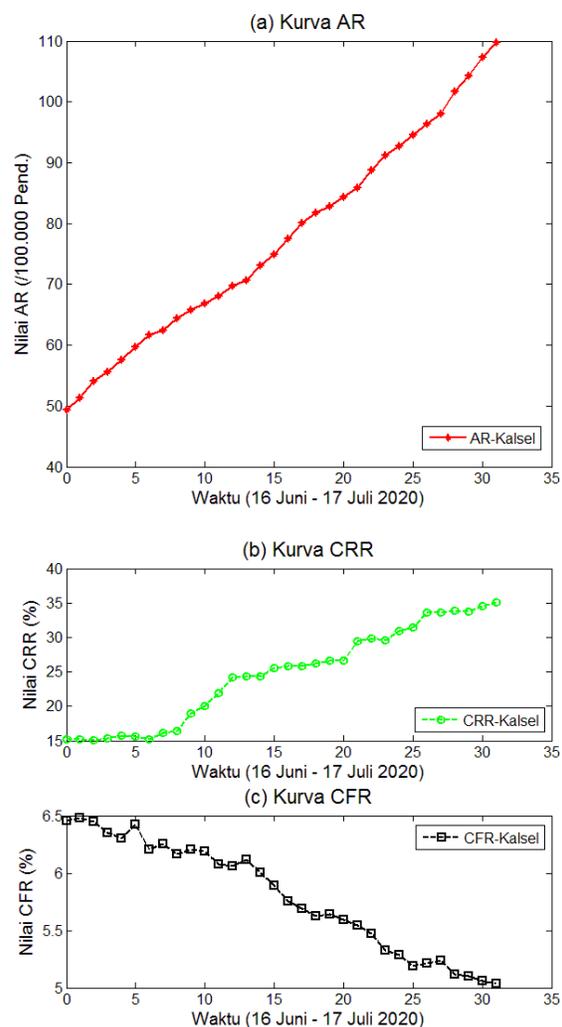
Ukuran Epidemiologi Kasus Covid-19 Kalsel

Beberapa ukuran epidemiologi yang dapat ditentukan berdasarkan data kasus Covid-19 di Kalsel antara lain: *Attack Rate* (AR), *Case Recovery Rate* (CRR), dan *Case Fatality Rate* (CFR). *Attack Rate* menyatakan perbandingan antara jumlah kasus terkonfirmasi (positif) terhadap jumlah total populasi (biasanya dinyatakan per 100.000 penduduk). Sedangkan *Case Recovery Rate* menyatakan persentase perbandingan antara jumlah kasus sembuh terhadap jumlah kasus terkonfirmasi dan *Case Fatality Rate* menyatakan persentase perbandingan antara jumlah kasus meninggal terhadap jumlah kasus terkonfirmasi. Jika pada waktu t jumlah total populasi dinyatakan dengan $N(t)$, jumlah kasus terkonfirmasi dinyatakan dengan $P(t)$, jumlah kasus sembuh dinyatakan dengan $R(t)$, dan jumlah kasus kematian dinyatakan dengan $D(t)$, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} AR(t) &= \frac{P(t)}{N(t)}, \\ CRR(t) &= \frac{R(t)}{P(t)}, \\ CFR(t) &= \frac{D(t)}{P(t)}. \end{aligned} \quad (1)$$

Berdasarkan data pada Gambar 1 & 2 diperoleh grafik nilai AR, CRR, dan CFR yang diberikan pada Gambar 3 berikut ini.

Gambar 3. Grafik nilai AR, CRR, dan CFR dari kasus Positif Covid-19 Kalsel



Kurva pada Gambar 3 (a) menunjukkan bahwa nilai *Attack Rate* meningkat, yang memberikan gambaran bahwa kasus positif Covid-19 di Kalsel masih mengalami peningkatan. Sedangkan kurva pada Gambar 3 (b) dan (c) masing-masing



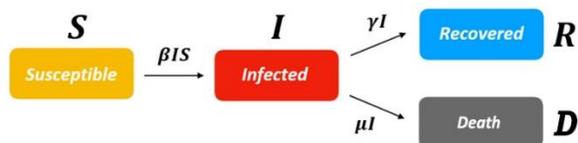
menunjukkan bahwa nilai *Case Recovery Rate* meningkat dan *Case Fatality Rate* menurun, di mana masing-masing berarti bahwa upaya dalam penanganan sistem kesehatan di Kalsel, terkait upaya percepatan penanganan kasus Covid-19 menunjukkan hasil yang positif.

Model SIRD dari Kasus Covid-19 Kalsel

Model SIRD adalah modifikasi dari Model SIR yang diperkenalkan oleh W.O. Kermack dan A.G. McKendrick pada tahun 1927 (H.W. Hethcote, 2000). Pada Model SIR, populasi diasumsikan terbagi menjadi tiga subpopulasi, yaitu: populasi rentan terinfeksi *S* (*Susceptible*), populasi terinfeksi *I* (*Infected*) dan populasi yang telah sembuh dari terinfeksi *R* (*Recovered*). Sedangkan pada Model SIRD, populasi diasumsikan terbagi menjadi empat subpopulasi dengan adanya modifikasi melalui tambahan data kasus meninggal (*Death*).

Model SIRD dapat digambarkan melalui kompartemen sebagai berikut:

Gambar 4. Kompartemen Model SIRD



Model SIRD pada Gambar 4 dapat dinyatakan dalam sistem persamaan diferensial nonlinear sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\frac{\beta SI}{N}, \\ \frac{dI}{dt} &= \frac{\beta SI}{N} - (\gamma + \mu)I, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I, \\ \frac{dD}{dt} &= \mu I \end{aligned} \quad (2)$$

dengan:

- t : Waktu,
- $S(t)$: Jumlah individu sehat (rentan) terhadap penyakit pada waktu t ,
- $I(t)$: Jumlah individu terinfeksi pada waktu t ,

- $R(t)$: Jumlah individu sembuh dari infeksi penyakit pada waktu t ,
- $D(t)$: Jumlah individu meninggal setelah terinfeksi penyakit pada waktu t ,
- $N(t)$: Total populasi yang diamati, yaitu $N(t) = S(t) + I(t) + R(t) + D(t)$
- β : Parameter laju penularan penyakit melalui kontak antara individu sehat dan individu terinfeksi,
- γ : Parameter laju kesembuhan dari infeksi penyakit,
- μ : Parameter laju kematian setelah terinfeksi penyakit.

Solusi eksak dari Masalah (2) tidak dapat ditentukan secara eksplisit. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini digunakan solusi pendekatan numerik, yaitu Metode Runge Kutta (Karim, M.A. dkk., 2018).

Estimasi Parameter Model SIRD dari Kasus Covid-19 Kalsel

Estimasi parameter dari Model SIRD pada Persamaan (2) dan Data Kasus Covid-19 Kalsel pada Gambar 1 & 2 menggunakan beberapa asumsi penyesuaian sebagai berikut:

- (1) Data kasus ODP, PDP, dan belum terkonfirmasi dipandang sebagai subpopulasi rentan, disimbolkan $S^*(t)$.
- (2) Data kasus Dalam Perawatan dipandang sebagai subpopulasi terinfeksi, disimbolkan dengan $I^*(t)$.
- (3) Data kasus Sembuh, disimbolkan $R^*(t)$.
- (4) Data kasus Meninggal, disimbolkan $D^*(t)$.

Estimasi parameter pada penelitian ini bertujuan untuk menemukan nilai set parameter (β, γ, μ) yang tepat untuk menentukan solusi dari Persamaan (2) yang paling dekat dengan nilai data pada Gambar 1 & 2. Untuk tujuan itu digunakan metode *lsqnonlin* (Karim, M.A. dkk., 2020) yang meminimumkan fungsi obyektif berikut ini:

$$F_{\min}(\beta, \gamma, \mu) = \frac{1}{4n} \left(\sum_{t=0}^{n-1} (S(t, \beta, \gamma, \mu) - S^*(t))^2 + \sum_{t=0}^{n-1} (I(t, \beta, \gamma, \mu) - I^*(t))^2 + \sum_{t=0}^{n-1} (R(t, \beta, \gamma, \mu) - R^*(t))^2 + \sum_{t=0}^{n-1} (D(t, \beta, \gamma, \mu) - D^*(t))^2 \right) \quad (3)$$

dengan n menyatakan banyaknya data dari setiap kasus. Parameter-parameter β, γ , dan μ masing-

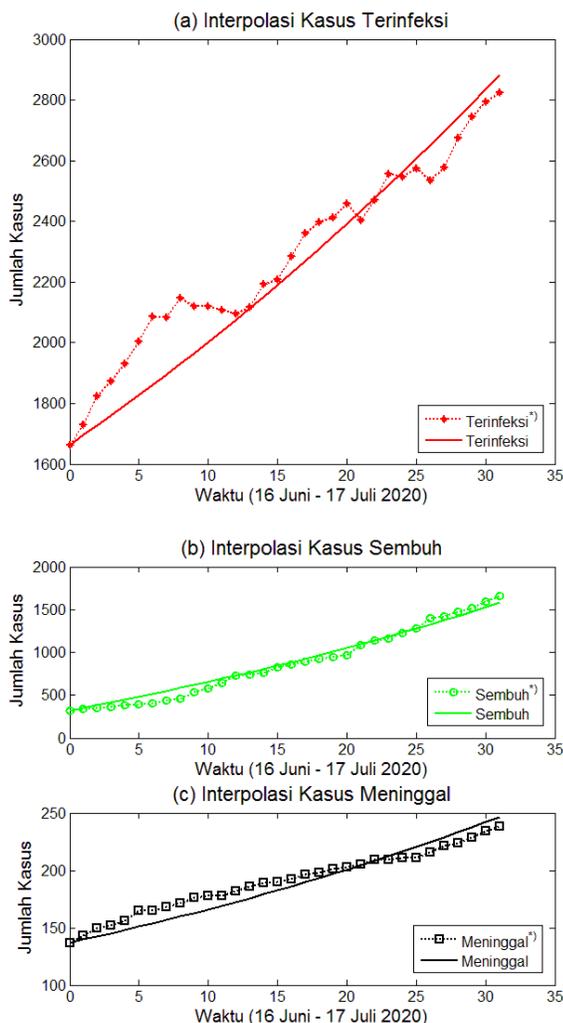


masing diestimasi pada interval $[0,1]$ dengan menggunakan parameter awal $\beta_0 = 1/3$, $\gamma_0 = 1/28$, dan $\mu_0 = 1/29$. Perubahan set parameter awal dalam proses ini dijamin tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap hasil estimasi. Melalui proses numerik pada Persamaan (3) diperoleh set parameter hasil estimasi sebagai berikut:

$$(\beta, \gamma, \mu) = (0,0405; 0,0182; 0,0016) \quad (4)$$

Dengan menggunakan set parameter dari Persamaan (4), maka diperoleh kurva solusi dari Model (2) dan grafik data kasus Covid-19 yang diberikan pada Gambar 5.

Gambar 5. Grafik solusi dari Model SIRD dan data kasus Positif Covid-19 Kalsel



Untuk mengukur persentase kesalahan dari hasil estimasi terhadap data aktual yang

ditunjukkan pada Gambar 5, maka digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (disingkat *MAPE*). *MAPE* merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu dan di sisi lain menyatakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil pendugaan (Yulida, 2020). Secara matematis, *MAPE* dari kasus Terinfeksi pada solusi dugaan $I(t)$ dan data aktual $I^*(t)$ pada Gambar 5 dapat ditentukan sebagai berikut:

$$MAPE_I = \left(\frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|I(t) - I^*(t)|}{I(t)} \% \quad (5)$$

$$= 3,65\%.$$

Dalam konsep *MAPE*, nilai $MAPE_I = 3,65\% \in [0\%, 10\%]$ pada Persamaan (5) menyatakan bahwa pendugaan yang dilakukan memenuhi kriteria 'sangat baik'.

Analisa Set Parameter Model SIRD dari Kasus Covid-19 Kalsel

Dari Persamaan (4), nilai $\beta = 0,0405$ berarti bahwa terdapat kemungkinan 405 Orang terinfeksi per 10.000 Orang dalam subpopulasi rentan. Nilai laju penularan penyakit ini ditentukan melalui kontak efektif antara individu sehat dengan individu terinfeksi per satuan waktu dan peluang sukses infeksi yang berkaitan erat dengan karakter Covid-19. Peluang sukses infeksi virus tidak dapat dirubah, sehingga laju penularan penyakit hanya dapat dikendalikan melalui mekanisme pengaturan kontak efektif. Pengendalian kontak efektif yang dimaksud diantaranya melalui penetapan dan penerapan langkah-langkah pencegahan di lingkungan kerja dan sosial, yang meliputi penerapan jaga jarak fisik, ketersediaan fasilitas cuci tangan, dan penerapan etika pernapasan seperti penggunaan masker. Jika langkah-langkah pencegahan tersebut dapat dilaksanakan sesuai protokol kesehatan Covid-19, maka laju penularan Covid-19 di Kalsel dapat diturunkan.

Nilai $\gamma = 0,0182$ dan $\mu = 0,0128$ pada Persamaan (4) berturut-turut berarti bahwa terdapat sekitar 18 Orang yang sembuh dan 13 Jiwa yang meninggal dari 1.000 Orang yang terinfeksi Covid-19. Nilai laju kesembuhan dan laju kematian ini bergantung pada penanganan



kasus terinfeksi Covid-19. Hal ini berkaitan dengan upaya dan kemampuan sistem kesehatan yang ada (rumah sakit hingga peralatan medis) dalam melakukan identifikasi, isolasi, pengujian, pelacakan kontak, hingga melakukan karantina orang yang terinfeksi. Kemampuan yang semakin tinggi dan upaya yang semakin besar dari sistem kesehatan di Kalsel akan meningkatkan laju kesembuhan dan menurunkan laju kematian dari kasus terinfeksi Covid-19.

Basic Reproduction Number dan Effective Reproduction Number

Set parameter hasil dugaan pada Persamaan (4) dapat digunakan untuk menentukan *Basic Reproduction Number* (Bilangan Reproduksi Dasar) dari Model (2). Bilangan ini disimbolkan dengan R_0 dan diartikan sebagai jumlah rata-rata kasus infeksi sekunder yang terjadi ketika individu terinfeksi masuk ke dalam subpopulasi yang semuanya rentan (Yulida, 2020). Berdasarkan Model (2) dan dari Persamaan (4) & (5) diperoleh nilai R_0 sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{\beta}{(\gamma + \mu)} = 2,0475 \approx 2 \quad (6)$$

Nilai $R_0 \approx 2$ berarti bahwa setiap 1 individu terinfeksi dapat menghasilkan 2 individu baru yang terinfeksi. $R_0 > 1$ ini mengisyaratkan bahwa penularan Covid-19 di wilayah Kalsel belum dapat dikendalikan.

Nilai R_0 pada Persamaan (5) dapat digunakan untuk menentukan nilai *Effective Reproduction Number* (Bilangan Reproduksi Efektif) di akhir periode data (R_t). Bilangan ini merupakan jumlah rata-rata kasus sekunder per kasus infeksi pada populasi yang terdiri dari kasus rentan dan tidak rentan. Secara matematis, nilai R_t diperoleh sebagai berikut:

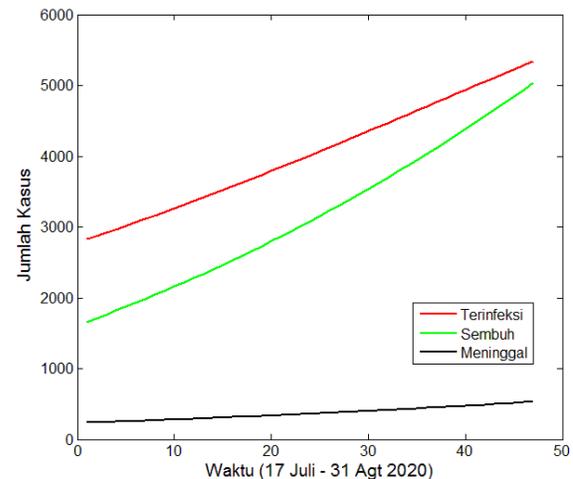
$$R_t = R_0 \frac{S(t)}{N(t)} = 1,82 \quad (7)$$

Nilai $R_t = 1,82 > 1$ berarti bahwa jumlah kasus terinfeksi Covid-19 di Kalsel masih akan meningkat.

Berdasarkan nilai R_0 pada Persamaan (6) dan nilai R_t pada Persamaan (7), maka diprediksi bahwa epidemik Covid-19 di Kalsel dengan tingkat penularan yang tinggi masih akan terjadi.

Perkiraan kasus Covid-19 di Kalsel hingga akhir bulan Agustus 2020 diberikan pada Gambar 6.

Gambar 6. Grafik solusi dari Model SIRD dan data kasus Positif Covid-19 Kalsel



Pada Gambar 6, kurva berwarna merah yang menyatakan prediksi kasus Terinfeksi/Dalam Perawatan masih akan terus mengalami peningkatan. Demikian juga dengan kasus Kematian yang ditunjukkan pada kurva berwarna hitam, namun peningkatan pada kasus ini mulai tidak signifikan. Sedangkan kasus Kesembuhan yang ditunjukkan pada kurva berwarna hijau mulai menunjukkan peningkatan signifikan. Oleh karena itu, seluruh pihak dan seluruh kalangan masyarakat harus tetap mewaspadaai wabah yang masih akan terus bertambah dengan cara mematuhi Protokol Kesehatan Covid-19 dan mendukung upaya peningkatan pelayanan sistem kesehatan di Kalimantan Selatan.

PENUTUP

Kesimpulan dan Saran

1. Data kasus Covid-19 di Kalsel periode 16 Juni - 17 Juli 2020 menunjukkan bahwa nilai *Attack Rate* meningkat, yang memberikan gambaran bahwa kasus positif Covid-19 di Kalsel masih mengalami peningkatan. Sedangkan nilai *Case Recovery Rate* yang meningkat dan *Case Fatality Rate* yang menurun menunjukkan bahwa upaya dalam penanganan sistem kesehatan di Kalsel,



terkait upaya percepatan penanganan kasus Covid-19 menunjukkan hasil yang positif.

2. Estimasi parameter pada Model SIRD menghasilkan laju penularan $\beta = 0.0405$, laju kesembuhan $\gamma = 0.0182$, dan laju kematian $\mu = 0.0128$. Dari parameter-parameter ini diperoleh nilai Bilangan Reproduksi Dasar $R_0 \approx 2$ dan Bilangan Reproduksi Efektif $R_t = 1.82$. Kedua bilangan ini mengisyaratkan bahwa penularan Covid-19 di wilayah Kalsel masih belum dapat dikendalikan dan diperkirakan bahwa penularan yang tinggi hingga akhir Agustus 2020 masih akan terjadi.
3. Deskripsi dan analisa data serta model pada penelitian ini sangat bergantung pada akurasi rekam data kasus Covid-19 di Kalimantan Selatan dan pendekatan model matematika yang digunakan. Oleh karena itu, diharapkan kepada semua pihak agar dapat mendukung upaya peningkatan sistem informasi dari rekam kasus Covid-19. Khusus kepada pihak-pihak peneliti dan akademisi di perguruan tinggi serta petugas kesehatan, diharapkan agar dapat mendukung percepatan penanganan Covid-19 di Kalimantan Selatan melalui berbagai penelitian serta upaya penemuan vaksin dan obat untuk mencegah peningkatan penularan kasus Covid-19.

Parameter Estimations of Fuzzy Forced Duffing Equation: Numerical Performances by the Extended Runge-Kutta Method. *Abstract and Applied Analysis*, Vol. 2020, Article ID: 6179591, 9 Halaman. Dapat diakses dari

<https://doi.org/10.1155/2020/6179591>.

- [6] Kompas.com. (2020, 27 Mei). Kalsel Butuh Tiga Bulan Persiapan untuk Terapkan New Normal. Diakses pada 27 Juni 2020, dari <https://regional.kompas.com/read/2020/05/27/10591921/kalsel-butuh-tiga-bulan-persiapan-untuk-terapkan-new-normal>
- [7] Republika.co.id. (2020, 30 Mei). 6 Syarat Pemberlakuan *New Normal* dari WHO, Indonesia Siap?. Diakses pada 15 Juni 2020, dari <https://republika.co.id/berita/qb5c97414/6-syarat-pemberlakuan-emnew-normal-em-dari-who-indonesia-siap>
- [8] Yulida, Y. dan Karim, M.A. (2020). Pemodelan Matematika Penyebaran Covid-19 di Provinsi Kalimantan Selatan, *Media Bina Ilmiah* (MBI), p-ISSN 1978-3787, e-ISSN 2615-3505, Vol. 14 (10), Mei 2020. Dapat diakses dari <http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinkes.kalselprov.go.id. (2020, Juni). Informasi Terbaru Covid-19 di Kalimantan Selatan. Diakses harian pada Juni 2020, dari <http://dinkes.kalselprov.go.id/berita>
- [2] Hethcote, H.W. 2000. The mathematics of infectious diseases. *SIAM*, Rev. 42, No. 599
- [3] Instagram.com (2020, Juli). Diakses harian pada Juli 2020, dari [Instagram.com/p/CCBGbyvgl08/](https://www.instagram.com/p/CCBGbyvgl08/)
- [4] Karim, M.A., Gunawan, A.Y., Apri, M., dan Sidarto, K.A. (2018). Solving a Parameter Estimation Problem of Goodwin Model with Fuzzy Initial Values. *Far East Journal of Mathematical Sciences*, Vol. 107 (2), Hal. 321-338.
- [5] Karim, M.A. dan Gunawan, A.Y. (2020). **Vol.14 No.12 Juli 2020**