

Penerapan Model *Exponential Smoothing* berbasis Metode *Evolutionary* pada Kasus COVID-19 dan DBD di Bojonegoro

Denny Nurdiansyah¹ dan Khoirul Wafa²

¹Statistika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

²Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

denny.nur@unugiri.ac.id¹ dan khoirul.wafa@unugiri.ac.id²

Diajukan 18 Mei 2021 Diterima 2 Agustus 2021 Diterima 10 Agustus 2021

ABSTRAK

Latar Belakang: COVID-19 menjadi perhatian utama di Bojonegoro karena kasus terinfeksi meningkat sampai akhir tahun 2020. Selain itu, wabah demam berdarah dengue (DBD) juga perlu diantisipasi di musim penghujan agar tidak meningkat bersamaan dengan wabah COVID-19.

Tujuan: Mengembangkan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary* untuk meramalkan banyaknya kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD di Bojonegoro.

Metode: Penelitian diawali dengan pembuatan aplikasi peramalan model *exponential smoothing* dengan metode *evolutionary* dan pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan di *Excel* dan *Solver*. Koefisien-koefisien model dioptimasi secara iteratif dengan metode *evolutionary* dan metode *generalized reduced gradient*. Model tersebut dievaluasi kinerjanya dengan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD), dan *mean squared error* (MSE). Sumber data penelitian menggunakan data sekunder dari Dinas Kesehatan Bojonegoro yang berisi data harian kasus terinfeksi COVID-19 dan data bulanan kasus DBD.

Hasil: Model *double exponential smoothing* berbasis metode *generalized reduced gradient* menghasilkan kesalahan model peramalan yang lebih kecil untuk nilai MAPE, MAD, dan MSE. Hasil peramalan menunjukkan bahwa peningkatan terjadi pada periode ke depan untuk kasus terinfeksi COVID-19 yang lebih besar dibandingkan DBD.

Kesimpulan: Aplikasi peramalan model *exponential smoothing* dapat menjadi alternatif dalam meramalkan banyaknya kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD di Bojonegoro.

Kata Kunci: *exponential smoothing; evolutionary; generalized reduced gradient; COVID-19; DBD*

ABSTRACT

Background: COVID-19 has become a main concern in Bojonegoro because the infected cases increased until late years in 2020. Moreover, DBD epidemic should be anticipated in rainy season so the infected case will not increase to coincide with COVID-19 epidemic.

Objective: To develop and implement *exponential smoothing* model based on *evolutionary* method to forecast count of infected case on COVID-19 and DBD in Bojonegoro.

Method: This study was commenced by developing a forecasting application of *exponential smoothing* model with *evolutionary* method and programming *Visual Basic* developed in *Excel* and *Solver*. The coefficients of model were optimized iterative using *evolutionary* and *generalized reduced gradient* method. The model was evaluated with *mean absolute percentage error* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD), and *mean squared error* (MSE) value. Source of data of research used secondary data from Bojonegoro District Health Office containing daily-monthly data for COVID-19 and DBD cases.

Results: *Double exponential smoothing* model based on *generalized reduced gradient* method. This method generated fault of model smaller for MAPE, MAD, and MSE value. Result of forecasting showed next period improvement for COVID-19 cases bigger than DBD cases.

Conclusion: Forecasting application of model can be alternative to forecast the infected cases of COVID-19 and DBD in Bojonegoro.

Keywords: *exponential smoothing; evolutionary; generalized reduced gradient; COVID-19; DBD*

PENDAHULUAN

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) merupakan virus berbahaya yang menyebabkan masalah pernapasan dan radang paru-paru karena infeksi *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) (Mus *et al.*, 2021). Pada akhir tahun 2020 di laman resmi KPCPEN (2020) dilaporkan kasus bahwa kumulatif konfirmasi positif COVID-19 di Indonesia sudah mencapai 743.198 kasus, dengan rincian sembuh sebanyak 611.097 kasus dan meninggal sebanyak 22.138 kasus. Peningkatan ini terjadi terus menerus di berbagai daerah di Indonesia.

Wabah ini juga terjadi di Bojonegoro. Berdasarkan laporan akhir tahun 2020 dari laman resmi DIMKOMINFO Bojonegoro (2020), kumulatif konfirmasi positif COVID-19 di Bojonegoro mencapai 1287 orang dengan pasien yang dirawat 227 orang, sembuh 967 orang, dan meninggal 93 orang.

Adanya wabah COVID-19 ini menyebabkan kegiatan belajar mengajar menjadi kurang efektif. Hal ini disebabkan karena murid-murid masih butuh pendamping ketika melakukan pembelajaran berbasis *online* (Risalah *et al.*, 2020).

Selain itu, Bojonegoro juga perlu mengantisipasi penyebaran wabah demam berdarah *dengue* (DBD) di musim penghujan. DBD dikenal sebagai penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang penularannya lewat gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Efendi *et al.*, 2020).

Berdasarkan *website* resmi PEMKAB Bojonegoro (2019) pada tanggal 21 November 2019, sepanjang Oktober 2019 jumlah penderita DBD di Bojonegoro mencapai 404 orang dengan kematian 7 orang. Pada tahun 2018, terjadi jumlah kasus DBD sebanyak 589 orang dengan kematian 12 penderita.

Pada musim hujan, populasi nyamuk demam berdarah bakal meningkat, terlebih lagi saat memasuki perubahan musim dari kemarau ke penghujan atau

musim pancaroba. Hal ini perlu diantisipasi agar banyaknya kasus terinfeksi DBD tidak meningkat bersamaan dengan wabah COVID-19.

Studi survei terkait sarana sanitasi pernah dilakukan di salah satu desa di Bojonegoro. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan terkait perlunya ketersediaan jamban dan sarana pembuangan air limbah (SPAL) serta adanya sosialisasi pengelolaan sampah (Celesta dan Fitriyah, 2019).

Permasalahan biasanya muncul ketika pengambilan keputusan atau kebijakan kurang maksimal yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan data yang digali dari informasi data yang ada. Untuk menyelesaikan permasalahan ini diperlukan pengetahuan data berupa hasil peramalan yang membantu proses pengambilan keputusan yang berguna untuk memberikan masukan dalam kebijakan pemerintah dan *stakeholders*.

Berdasarkan hasil *The M3-Competition* dalam tulisan Wiyanti dan Pulungan (2012), model peramalan yang kompleks tidak menghasilkan peramalan yang lebih baik dari pada model yang lebih sederhana seperti model peramalan klasik. Dari semua model peramalan klasik, model yang baik untuk meramalkan deret waktu dengan pola tren adalah model *exponential smoothing* sebagaimana dijelaskan dalam Ostertagová dan Ostertag (2012).

Namun, model ini kurang baik ketika parameter model dihasilkan secara *fixed value* atau secara iteratif dengan konvergen lokal. Untuk mengantisipasi kekurangan ini, pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penerapan model *exponential smoothing* berbasis metode *generalized reduced gradient* (GRG) oleh Ravinder (2016), tetapi terdapat kesulitan untuk mendapatkan nilai optimal yang konvergen dan berharap dilakukan percobaan dengan metode yang lain.

Metode yang sama digunakan oleh Karmaker (2017) pada kasus lain yang

diperoleh hasil yang berbeda. Metode GRG ini dijelaskan secara terperinci dalam tulisan [Nurdiansyah dan Kartini \(2019\)](#).

Pada penelitian ini digunakan salah satu metode kecerdasan buatan, yaitu metode *evolutionary*. Yanch dan Wiechetek (2018) menjelaskan bahwa metode *evolutionary* digunakan pada *software Solver* yang merupakan suatu varietas dari *genetic algorithm* dan *local search method* yang diterapkan oleh individu di perusahaan *Frontline Systems*.

Genetic algorithm dibagi menjadi tiga tahapan yang dapat dipelajari dalam tulisan [Kachitvichyanukul \(2012\)](#). Sejauh ini penerapan kedua metode tersebut digunakan pada level lanjut bagi pengguna *Microsoft Excel*.

Pada penelitian ini diberikan suatu kebaruan dalam sistem operasi pengguna, yaitu otomatisasi. Sistem akan jalan dalam satu klik tombol *running* sehingga hal ini mempermudah pengguna dalam menerapkan sistem peramalan statistik yang memuat model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary*.

Pengembangan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary* dilakukan dengan pembuatan sintaks program dalam panel pilihan *toolbar developer* dalam *software Microsoft Excel* dengan bahasa *VBA Excel*. *VBA* merupakan suatu *macro* dalam bentuk deretan perintah dan fungsi yang tersimpan di dalam modul *Visual Basic Editor (VBE)* ([Hasana dan Alifiani, 2019](#)).

Pengembangan model peramalan pada penelitian ini dilakukan dengan pembuatan sintaks program dengan bahasa *VBA Excel* dan bantuan *Solver*. *Solver* merupakan program *add-in Microsoft Excel* yang digunakan untuk *what-if analysis* ([Yanch dan Wiechetek, 2018](#)).

Pada penelitian ini, pengembangan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary* akan diberikan untuk meramalkan banyaknya kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD di Bojonegoro. Diberikan pula metode *generalized reduced*

gradient sebagai pembandingnya.

Masyarakat Bojonegoro diharapkan dapat menjaga kesehatan dan mematuhi protokol kesehatan, serta patuh terhadap anjuran pemerintah. Di samping itu, diperlukan masukan dalam kebijakan pemerintah untukantisipasi sarana-prasarana, obat-obatan dan tenaga medis di Bojonegoro. Dengan demikian, perlu dilakukan kajianpenulisan tentang penerapan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary* pada kasus COVID-19 dan DBD di Bojonegoro.

METODE

A. Desain Penelitian

Desain penelitian ini menerapkan pendekatan penelitian kuantitatif. Metode yang digunakan adalah membuat aplikasi peramalan model *exponential smoothing* dengan metode *evolutionary* dan pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan di *Excel* dan *Solver*. Sebagai pembanding, diberikan juga metode optimalisasi lain, yaitu metode *generalized reduced gradient*.

B. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah warga Bojonegoro yang terinfeksi COVID-19 atau DBD, sedangkan sampel yang digunakan adalah pasien yang terinfeksi COVID-19 atau DBD yang dirawat di RSUD Doktor R. Sosodoro Djatikoesoemo. Lokasi penelitian dilakukan di Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro selama tiga bulan yang dimulai pada tanggal 24 Februari 2021.

C. Teknik Sampling

Digunakan teknik sampling yaitu *purposive sample* yang mengambil data seadanya di lapangan sesuai tujuan penelitian. Sebagaimana penerapan studi kasusnya, sampel data historis dari kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD masing-masing diambil seadanya di Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro.

D. Subjek Penelitian

Sumber data penelitian adalah data sekunder dari Dinas Kesehatan Bojonegoro yang berisi data harian kasus terinfeksi COVID-19 pada tanggal 1 Mei 2020 sampai 31 Desember 2020, serta data bulanan kasus DBD dicatat dari bulan Januari 2017 hingga Desember 2020. Variabel penelitian yang digunakan adalah kumulatif konfirmasi positif COVID-19 dan kumulatif pasien DBD yang berupa data diskrit dengan skala rasio.

E. Teknik Analisis Data

Pada teknik analisis data, pertama, proses akan menampilkan dan menganalisis data historis dengan ilustrasi grafik berupa *time series plot*. Kedua, dilakukan pengembangan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary*, lalu diberikan penerapan metode untuk meramalkan banyaknya kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD di Bojonegoro. Sebagai pembandingan, diberikan juga penerapan model *exponential smoothing* berbasis metode *generalized reduced gradient*.

Pada deret waktu yang memiliki pola tren, model *exponential smoothing* yang digunakan adalah model *single exponential smoothing* (SES) dan *double exponential smoothing* (DES). Berikut langkah-langkah pengembangan dan penerapan model *exponential smoothing* berbasis metode *evolutionary* dalam dua tahapan.

1. Proses seleksi model

1.1. Mengoptimisasi parameter model SES dan DES masing-masing dengan metode *evolutionary* menggunakan *Solver* untuk meminimalkan nilai MSE.

1.2. Mengoptimisasi parameter model SES dan DES masing-masing dengan metode *generalized reduced gradient* menggunakan *Solver* untuk meminimalkan nilai MSE. Mengevaluasi model dengan menghitung nilai kinerja model

peramalan yang terbentuk, yaitu nilai MAPE, MAD, dan MSE.

Untuk mengukur kesalahan ramalan, digunakan residual model (e_t) dengan rumusan. Variabel Y_t mewakili nilai aktual sedangkan adalah nilai prediksi model. Kinerja model yang terbentuk dievaluasi dengan nilai *mean absolute percentage error* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD), dan *mean squared error* (MSE).

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_t} , \\ MAD &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| , \quad MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (e_t)^2 \end{aligned} \quad (1)$$

2. Proses peramalan model

2.1. Menghitung nilai prediksi model dengan model SES, yaitu

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t \quad (2)$$

dan model DES berikut

$$\begin{aligned} L_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ \hat{Y}_{t+1} &= L_t + T_t \end{aligned} \quad (3)$$

2.2. Menghitung nilai residual model

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t. \quad (4)$$

2.3. Menghitung nilai peramalan model untuk p periode ke depan bagi model SES yaitu

$$\hat{Y}_{n+p} = \begin{cases} \alpha Y_n + (1 - \alpha) \hat{Y}_n & ; \text{ untuk } p = 1 \\ \hat{Y}_{n+p-1} & ; \text{ untuk } p > 1 \end{cases} \quad (5)$$

dan model DES diberikan

$$\begin{aligned} \text{Untuk } p = 1, \text{ maka} \\ L_n &= \alpha Y_n + (1 - \alpha)(L_{n-1} + T_{n-1}) \\ T_n &= \beta(L_n - L_{n-1}) + (1 - \beta)T_{n-1} \\ \hat{Y}_{n+p} &= L_n + T_n \end{aligned}$$

Untuk $p = 2$, maka

$$\begin{aligned} L_{n+p-1} &= \alpha \hat{Y}_{n+p-1} + (1 - \alpha)(L_n + T_n) \\ T_{n+p-1} &= \beta(L_{n+p-1} - L_n) + (1 - \beta)T_n \\ \hat{Y}_{n+p} &= L_{n+p-1} + T_{n+p-1} \end{aligned}$$

Untuk $p > 2$, maka

$$\begin{aligned} L_{n+p-1} &= \alpha \hat{Y}_{n+p-1} + (1 - \alpha)(L_{n+p-2} + T_{n+p-2}) \\ T_{n+p-1} &= \beta(L_{n+p-1} - L_{n+p-2}) + (1 - \beta)T_{n+p-2} \\ \hat{Y}_{n+p} &= L_{n+p-1} + T_{n+p-1} \end{aligned} \quad (6)$$

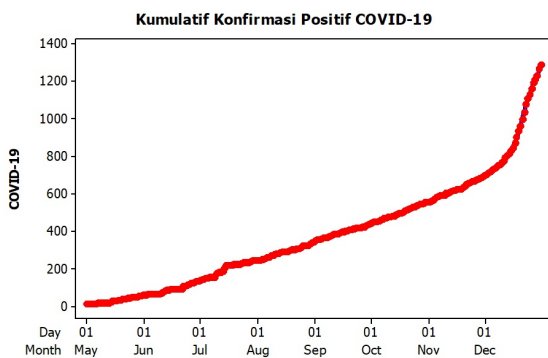
2.4. Menghitung nilai interval peramalan model

$$\begin{aligned} Lower_{n+p} &= \hat{Y}_{n+p} - 1.96 \text{ stdev}(e_t) \\ Upper_{n+p} &= \hat{Y}_{n+p} + 1.96 \text{ stdev}(e_t) \end{aligned} \quad (7)$$

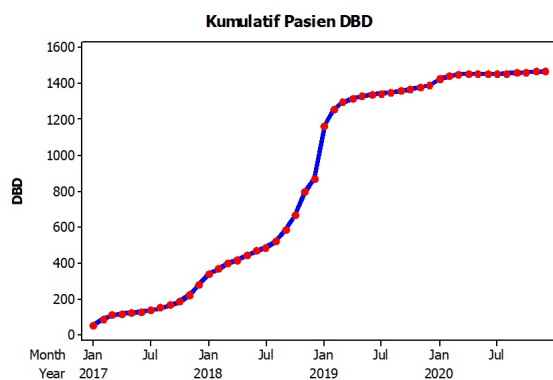
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada kasus COVID-19, data pengamatan yang digunakan adalah data harian kumulatif konfirmasi positif COVID-19 pada tanggal 1 Mei 2020 sampai 31 Desember 2020, sedangkan pada kasus DBD digunakan data bulanan banyaknya pasien DBD pada bulan Januari 2017 sampai Desember 2020. Untuk mempermudah peramalan digunakan perhitungan kumulatif mulai bulan Januari 2017 sehingga pada kasus DBD digunakan data kumulatif pasien DBD. Berikut diberikan ilustrasi grafik berupa *time series plot* dari data harian kumulatif konfirmasi positif COVID-19 dan data bulanan kumulatif pasien DBD.



Gambar 1. Time series plot dari data harian kumulatif konfirmasi positif COVID-19.



Gambar 2. Time series plot dari data bulanan kumulatif pasien DBD

Pada Gambar 1 ditampilkan pergerakan data deret waktu yang menunjukkan tren naik. Hal ini menunjukkan bahwa pasien positif COVID-19 terus meningkat. Bahkan, mendekati akhir tahun dan libur panjang diperoleh temuan kasus COVID-19 yang lebih tinggi, yaitu pada tanggal 23 Desember 2020 dengan konfirmasi positif COVID-19 sebanyak 1034 orang.

Di sisi lain pada *output* Gambar 2 untuk kasus DBD, pergerakan data historis juga diperoleh hasil tren naik meskipun ada perlambatan di akhir tahun. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya pasien DBD terus meningkat pada Januari 2017 sampai Maret 2020. Kemudian, terjadi penurunan pada April 2020 dan seterusnya. Peningkatan pasien DBD tertinggi terjadi pada November 2018 dan Januari 2019, masing-masing sebanyak 131 dan 291 orang.

Hasil eksekusi untuk otomatisasi model *exponential smoothing* dengan metode *evolutionary* dan metode *generalized reduced gradient* diberikan pada Gambar 3. Dengan nilai awalan pada parameter model (*Alpha* dan *Beta*) sama dengan nol, nilai MSE secara otomatis akan mengikuti perhitungan sesuai persamaan (1). Dengan demikian, model yang terbentuk dari proses optimasi dapat terbentuk, kemudian semua hasil perhitungan kinerja model dengan nilai MAPE, MAD, dan MSE dengan persamaan (1).

SELECTION FOR MODELS				
Optimization Process	Method	MSE	Alpha	Beta
Single Exponential Model	Evolutionary	80.09836066		1
Double Exponential Model		14.6187408	0.84904884	0.531054475
Single Exponential Model	GRG	80.09836066		1
Double Exponential Model		14.56338852	0.908188618	0.44607135
Evaluation Process				
	Method	MAPE	MAD	MSE
Single Exponential Model	Evolutionary	1.944011699	5.237704918	80.09836066
Double Exponential Model		1.78989785	2.541638866	14.6187408
Single Exponential Model	GRG	1.944011699	5.237704918	80.09836066
Double Exponential Model		1.746081979	2.518946616	14.56338852
Run Optimization with Solver		Run Evaluation Model		Reset

Gambar 3. Tampilan program pada proses seleksi model

Setelah diperoleh parameter model terbaik, dihasilkan model peramalan seperti pada Gambar 4. Proses peramalan model dimulai dengan langkah pertama, yaitu memasukkan nilai parameter model terbaik (*Alpha* dan *Beta*) dan kedua, menekan tombol *SES Model* atau tombol *DES Model* masing-masing untuk menjalankan peramalan dengan model *single exponential smoothing* atau *double exponential smoothing* sesuai persamaan (2), persamaan (3), dan persamaan (4). Dengan demikian, akan diperoleh hasil peramalan model untuk beberapa periode ke depan berdasarkan persamaan (5), persamaan (6), dan persamaan (7). Pada penelitian ini, banyaknya periode peramalan ditentukan 10% dari banyaknya data pengamatan.

H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Output	1312.692	Output	1305.214	Output	1320.17		FORECASTING FOR MODELS		
Forecast	1337.989	Lower	1330.511	Upper	1345.467				
Input Number of Forecasts	1363.286	1363.286	1355.807	1370.764	1396.061		Forecast = 25		
	1388.582		1381.104		1396.061		Alpha = 0.908188618		
	1413.879		1406.401		1421.358		Beta = 0.44607135		
	1439.176		1431.698		1446.654		SES Model		
	1464.473		1456.995		1471.951		DES Model		
	1489.77		1482.292		1497.248		Reset		
	1515.067		1507.588		1522.545				
	1540.364		1532.885		1547.842				
	1565.66		1558.182		1573.139				
	1590.957		1583.479		1598.436				
	1616.254		1608.776		1623.732				
	1641.551		1634.073		1649.029				
	1666.848		1659.37		1674.326				
	1692.145		1684.666		1699.623				
	1717.442		1709.963		1724.92				
	1742.738		1735.26		1750.217				
	1768.035		1760.557		1775.513				
	1793.332		1785.854		1800.81				
	1818.629		1811.151		1826.107				
	1843.926		1836.448		1851.404				
	1869.223		1861.744		1876.701				
	1894.519		1887.041		1901.998				
	1919.816		1912.338		1927.295				

Gambar 4. Tampilan program pada proses peramalan model

Penerapan model peramalan diberikan untuk meramalkan banyaknya kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD di Bojonegoro. Dari hasil penelitian ini, diperoleh secara ringkas tabel penilaian kinerja model pada proses seleksi model (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Ringkasan hasil seleksi model untuk kasus COVID-19 (n1 = 245)

No.	Model	Alpha	Beta	MAPE (%)	MAD	MSE
1	SES-Evolutionary	1	-	1.9440	5.2377	80.0984
2	DES-Evolutionary	0.8490	0.5311	1.7899	2.5416	14.6187
3	SES-GRG	1	-	1.9440	5.2377	80.0984
4	DES-GRG	0.9082	0.4461	1.7461	2.5189	14.5634

Tabel 2. Ringkasan hasil seleksi model untuk kasus DBD (n2 = 48)

No.	Model	Alpha	Beta	MAPE (%)	MAD	MSE
1	SES-Evolutionary	1	-	6.3961	30.0425	3123.6596
2	DES-Evolutionary	0.9550	0.4415	4.2338	22.6909	1791.3713
3	SES-GRG	1	-	6.3961	30.0426	3123.6596
4	DES-GRG	0.9540	0.5940	4.0601	21.6132	1751.6181

Hasil model terbaik ditunjukkan oleh model *double exponential smoothing* (DES) dengan nilai MAPE dibawah 5%. Untuk kasus COVID-19, kinerja model peramalan hampir sama meskipun metode GRG sedikit lebih unggul dari metode *Evolutionary*. Di sisi lain pada kasus DBD, terlihat jelas metode GRG lebih baik dari pada metode *Evolutionary* dalam model peramalan.

Pada penelitian ini, peramalan model diberikan dengan periode sebanyak 10% dari banyaknya data pengamatan. Dengan demikian, banyaknya periode peramalan pada kasus COVID-19 dan DBD masing-masing sebanyak 25 periode (1 Januari

2021–25 Januari 2021) dan 5 periode (Januari–Mei 2021). Hasil peramalan dari model terbaik, yaitu model *double exponential smoothing* berbasis metode *generalized reduced gradient* (Tabel 3).

Tabel 3. Ringkasan hasil peramalan model untuk kasus COVID-19 dan DBD

No	Kasus	Periode	Peramalan
1	Covid-19 (p ₁ = 25)	1	1312 (1305-1320)
		2	1337 (1330-1345)
		3	1363 (1355-1370)
		4	1388 (1381-1396)
		5	1413 (1406-1421)
		6	1439 (1431-1446)
		7	1464 (1456-1471)
		8	1489 (1482-1497)
		9	1515 (1507-1522)
		10	1540 (1532-1547)

Tabel 3. Ringkasan hasil peramalan model untuk kasus COVID-19 dan DBD (lanjutan..)

No	Kasus	Periode	Peramalan
		11	1565 (1558-1573)
		12	1590 (1583-1598)
		13	1616 (1608-1623)
		14	1818 (1811-1826)
		15	1843 (1836-1851)
		16	1869 (1861-1876)
		17	1894 (1887-1902)
		18	1919 (1912-1927)
		19	1641 (1634-1649)
		20	1666 (1659-1674)
		21	1692 (1684-1699)
		22	1717 (1709-1724)
		23	1742 (1735-1750)
		24	1768 (1760-1775)
		25	1793 (1785-1800)
2	DBD (p2 = 5)	1	1468 (1385-1551)
		2	1470 (1388-1553)
		3	1473 (1390-1556)
		4	1475 (1393-1558)
		5	1478 (1395-1561)

Pembahasan

Tren naik pada data kumulatif dijelaskan sebagai suatu peningkatan, sedangkan penurunan diilustrasikan dengan adanya perlambatan atau garis mendatar di periode-periode berikutnya. Hasil yang diberikan pada kasus COVID-19 menunjukkan peningkatan drastis yang muncul ketika menjelang akhir tahun yang bertepatan dengan libur panjang. Namun, hasil berlawanan dengan kasus DBD yang menurun sehingga memunculkan tanda tanya dan perlu adanya penyelidikan tentang kejadian ini mengingat di periode-periode sebelumnya banyak yang terinfeksi.

Pada penelitian ini, metode GRG secara iteratif menghasilkan parameter model yang optimal, sedangkan metode *evolutionary* kurang optimal dalam optimalisasi parameter model karena prosesnya cenderung lebih lama yang akhirnya terhenti dan memberikan alasan kalau solusi sudah tidak dapat ditingkatkan lagi. Hal ini disebabkan proses optimalisasi secara iteratif telah mencapai batas maksimal iterasi sehingga hasil yang diperoleh adalah hasil terakhir iterasi dan kurang optimal.

Data pengamatan pada kasus COVID-

19 mewakili sampel besar, sedangkan pada kasus DBD menggambarkan sampel kecil. Pada sampel besar model *exponential smoothing* memiliki kinerja yang baik, tetapi kinerjanya masih kurang baik untuk sampel kecil. Hal ini dikarenakan sampel besar memiliki varian yang lebih kecil daripada sampel kecil.

Hasil peramalan yang dihasilkan pada penelitian ini merupakan bagian awal dari proses pengambilan keputusan dan berguna untuk masukan dalam kebijakan pemerintah untukantisipasi sarana-prasarana, obat-obatan dan tenaga medis di Bojonegoro. Dengan demikian, hasil peramalan ini berguna untuk input pengambilan keputusan dalam mengantisipasi peningkatan kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD.

PENUTUP

Kesimpulan

Pergerakan tren pada data kumulatif COVID-19 menunjukkan peningkatan sedang dengan tren naik tinggi, sedangkan pada data kumulatif DBD menunjukkan peningkatan dan perlambatan. Kinerja model terbaik diberikan oleh model *double exponential smoothing* berbasis metode *generalized reduced gradient*. Ukuran sampel yang besar akan mempengaruhi kinerja model peramalan.

Model yang dikembangkan memiliki kelebihan dalam hal otomisasi hasil peramalan. Model yang terbentuk berbasis metode *generalized reduced gradient* memiliki kecepatan iterasi yang lebih baik daripada metode *evolutionary*. Penggunaan peramalan berguna untuk input pengambilan keputusan dalam mengantisipasi peningkatan kasus terinfeksi COVID-19 dan DBD.

Saran

Penurunan kasus DBD di Bojonegoro perlu diselidiki terkait faktor-faktor yang mempengaruhinya. Kinerja model terkendala pada sampel kecil yang

memiliki sifat/*regime* lebih dari satu yang mana bisa dicobakan pada metode peramalan pada tingkat lebih lanjut. Pengembangan model pada penelitian ini bisa menjadi masukan untuk model-model peramalan lain yang terkendala proses optimalisasi parameter model.

DAFTAR PUSTAKA

- Celesta, A. G. and Fitriyah, N. (2019) 'Overview Basic Sanitation In Payaman Village, Bojonegoro District 2016', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), pp. 83–90. doi: [10.20473/jkl.v11i2.2019.83-90](https://doi.org/10.20473/jkl.v11i2.2019.83-90).
- DIMKOMINFO Bojonegoro (2020) *Update data COVID-19 Bojonegoro*. Available at: lawancorona.bojonegorokab.go.id (Accessed: 31 December 2020).
- Efendi, Y., Khayudin, B. and Julianto, E. (2020) 'SAMA RASA DEBAR (Sehat Bersama Masyarakat Sadar Demam Berdarah)', *Jurnal HUMANIS*, 5(1), pp. 37–41.
- Hasana, S. N. and Alifiani (2019) 'Multimedia Development Using Visual Basic for Application (VBA) to Improve Students' Learning Motivation in Studying Mathematics of Economics', *Indonesian Journal of Mathematics Education*, 1(1), pp. 34–42. doi: [10.31002/ijome.v2i1.1230](https://doi.org/10.31002/ijome.v2i1.1230).
- Kachitvichyanukul, V. (2012) 'Comparison of Three Evolutionary Algorithms: GA, PSO, and DE', *Industrial Engineering and Management Systems*, 11(3), pp. 215–223. doi: [10.7232/iems.2012.11.3.215](https://doi.org/10.7232/iems.2012.11.3.215).
- Karmaker, C. L. (2017) 'Determination of Optimum Smoothing Constant of Single Exponential Smoothing Model: A Case Study', *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 6(3), pp. 184–192. doi: [10.22105/rirej.2017.49603](https://doi.org/10.22105/rirej.2017.49603).
- KPCPEN (2020) *Update data COVID-19 Indonesia*. Available at: covid19.go.id (Accessed: 31 December 2021).
- Mus, R. *et al.* (2021) 'Studi Literatur: Tinjauan Pemeriksaan Laboratorium pada Pasien COVID-19', *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 5(4), pp. 242–252. doi: [10.22146/jkesvo.58741](https://doi.org/10.22146/jkesvo.58741).
- Nurdiansyah, D. and Kartini, A. Y. (2019) 'Algoritma Generalized Reduced Gradient Berbasis Markov-Switching Model Untuk Optimisasi Portofolio Saham Perbankan Di Indonesia', *Media Bina Ilmiah*, 13(10), pp. 2095–2108. doi: [10.33758/mbi.v14i2.369](https://doi.org/10.33758/mbi.v14i2.369).
- Ostertagová, E. and Ostertag, O. (2012) 'Forecasting using simple exponential smoothing method', *Acta Electrotechnica et Informatica*, 12(3), pp. 62–66. doi: [10.2478/v10198-012-0034-2](https://doi.org/10.2478/v10198-012-0034-2).
- PEMKAB Bojonegoro (2019) *Dinkes Himbau Masyarakat Waspada DBD Di Musim Pancaroba*. Available at: bojonegorokab.go.id (Accessed: 21 October 2019).
- Ravinder, H. V. (2016) 'Determining The Optimal Values Of Exponential Smoothing Constants – Does Solver Really Work?', *American Journal of Business Education (AJBE)*, 9(1), pp. 1–14. doi: [10.19030/ajbe.v9i1.9574](https://doi.org/10.19030/ajbe.v9i1.9574).
- Risalah, A. *et al.* (2020) 'Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Kegiatan Belajar Mengajar Di MI/SD (Studi KBM Berbasis Daring Bagi Guru dan Siswa)', *Journal of Islamic Education at Elementary School*, 1(1), pp. 10–16. doi: [10.47400/jiees.v1i1.5](https://doi.org/10.47400/jiees.v1i1.5).
- Wiyanti, D. T. and Pulungan, R. (2012) 'Peramalan Deret Waktu Menggunakan Model Fungsi Basis Radial (RBF) Dan Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)', *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 35(2), pp. 175–182.
- Yanch, U. and Wiechetek, Ł. (2018) 'Task Assignment Optimization with the Use of PESBAT Linear Programming Tool', *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio H, Oeconomia*, 52(2), pp. 185–198. doi: [10.17951/h.2018.52.2.185-198](https://doi.org/10.17951/h.2018.52.2.185-198).