

Penggunaan Metode *Double Exponential Smoothing* Tipe *Holt* pada Peramalan Kasus Covid-19 di Provinsi Sumatera Selatan

NADYA AMALIA YULIANTI¹, DIAN CAHYAWATI², EKA SUSANTI³

^{1,2,3} Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya, Indonesia
e-mail: nadyayulianti247@gmail.com

ABSTRAK

Metode *Double Exponential Smoothing* Tipe *Holt* dapat digunakan pada data yang mengalami trend. Metode ini menggunakan dua parameter yaitu parameter nilai pemulusan eksponensial dan parameter pemulusan nilai trend. Data COVID-19 tumbuh secara eksponensial dan memiliki model penyebaran mengikuti *Double Exponential Smoothing*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh model peramalan dan hasil peramalan dari kasus data COVID-19. Penelitian ini menggunakan kasus data COVID-19 pada periode 01 Januari 2021 – 28 Februari 2022 yaitu sebanyak 424 hari. Hasil penelitian ini memperoleh model peramalan untuk lima kategori kasus COVID-19 yaitu Kontak Erat Discarded, Kasus Asimptomatik, Kasus Simptomatik, Konfirmasi Meninggal, dan Konfirmasi Sembuh. Kelima model peramalan tersebut dapat digunakan untuk menentukan jumlah kasus data COVID-19 untuk hari ke-425 dan seterusnya. Ukuran kesalahan peramalan model ditentukan berdasarkan nilai MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dengan nilai yang diperoleh untuk semua kategori kasus COVID-19 menunjukkan bahwa semua model peramalan menghasilkan nilai MAPE dibawah 10%, artinya model peramalan tersebut memiliki kemampuan yang sangat baik untuk melakukan peramalan kasus data COVID-19.

Kata Kunci: Peramalan, COVID-19, Double Exponential Smoothing.

ABSTRACT

Holt Type Double Exponential Smoothing Method can be used for trending data. This method uses two parameters, the parameters are exponential smoothing value parameter and the trend value smoothing parameter. COVID-19 data grows exponentially and has distribution model follow to Double Exponential Smoothing model. The purpose of this study are to obtain forecasting model and forecasting results from COVID-19 data cases. This study uses COVID-19 data cases on period 01 January 2021 – 28 February 2022, which is 424 days. The result of this research obtained forecasting models for five categories of COVID-19, namely Discarded Close Contacts, Asymptomatic Cases, Symptomatic Cases, Death Confirmation, and Recovered Confirmation. The five forecasting models are used to determine total of COVID-19 data cases on 425th day period onwards. The forecast error size of model is determined based on MAPE (Mean Absolute Percentage Error) value with obtained MAPE values for all categories are lower than 10%, which means that forecasting models has a very good performance for forecasting COVID-19 data cases.

Kata Kunci: Forecasting, COVID-19, Double Exponential Smoothing.

1. PENDAHULUAN

Peramalan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk meramalkan peristiwa di masa depan dengan memanfaatkan data dari masa lalu (Nurlifa dan Kusumadewi, 2017). Peramalan terdiri dari dua jenis, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang menggunakan model matematika dan perhitungan statistika. Peramalan kuantitatif memiliki dua jenis metode, yaitu regresi dan deret waktu.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam peramalan deret waktu, salah satunya adalah metode *Double Exponential Smoothing* Tipe *Holt*. Metode *Double Exponential Smoothing* tipe *Holt* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe *Brown* dan dapat digunakan sebagai metode peramalan yang tepat (Ariyanto dkk, 2017). Berdasarkan penelitian tentang

peramalan COVID-19, metode *Double Exponential Smoothing* tipe *Holt* menghasilkan peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Single Exponential Smoothing*, karena metode *Holt* dapat membaca pola *trend* pada kasus penambahan COVID-19 di Indonesia (Djakaria dan Saleh, 2021).

Menurut penelitian Harini (2020), data COVID-19 memiliki model penyebaran yang mengikuti model *Double Exponential Smoothing*, sehingga metode ini dapat diterapkan dalam meramalkan kasus COVID-19. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abdelsalam Abotaleb (2020) tentang peramalan COVID-19, metode *Double Exponential Smoothing* tipe *Holt* adalah metode yang lebih baik dikarenakan metode ini menghasilkan nilai kriteria kesalahan peramalan yang relatif rendah, sehingga metode ini dapat dikatakan sebagai metode yang baik untuk melakukan peramalan kasus COVID-19.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kumulatif harian COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan. Menurut penelitian Rahmadani dan Sihombing (2020), pergerakan kasus COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan cenderung masih mengalami peningkatan setiap harinya dalam periode waktu Maret hingga Mei 2020. Sehingga penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam menentukan langkah selanjutnya terkait penanganan COVID-19. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model dari data kasus COVID-19 dan memperoleh hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan untuk periode 01 Maret hingga 31 Mei 2022. Model peramalan yang diperoleh ini diharapkan mampu memprediksi bagaimana pergerakan kasus COVID-19 di masa mendatang..

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2021 hingga Mei 2022 di jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari *website* resmi Provinsi Sumatera Selatan Tanggap COVID-19 yaitu <http://corona.sumselprov.go.id/>. Data yang diperoleh berupa data COVID-19 dari 17 kabupaten atau kota yang ada di Provinsi Sumatera Selatan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kumulatif harian COVID-19 selama 424 hari yaitu pada periode waktu 1 Januari 2021 hingga 28 Februari 2022.

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data dilakukan dengan mengunduh data harian COVID-19 melalui web resmi SUMSEL Tanggap COVID-19.
2. Mendeskripsikan data terkait dengan data kasus COVID-19 yang digunakan pada penelitian ini.
3. Melakukan pengujian autokorelasi dengan menggunakan uji *Ljung-Box*. Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai autokorelasi dan menghitung nilai *Ljung-Box*. Nilai *Ljung-Box* yang diperoleh tersebut dibandingkan dengan nilai *Chi-Square Table* untuk memperoleh kesimpulan ada atau tidaknya autokorelasi pada data kasus COVID-19.
4. Membuat plot data kumulatif harian dari lima kategori data, yaitu Kontak Erat *Discarded*, Kasus Asimtomatik, Kasus Simptomatik, Konfirmasi Sembuh, dan Konfirmasi Meninggal, untuk mengetahui apakah pola data sudah sesuai dengan metode yang akan digunakan. Pemilihan lima kategori ini didasarkan pada analisis deskriptif yang dilakukan dan ditunjukkan bahwa kategori-kategori ini memiliki pola yang mengikuti *trend* eksponensial.
5. Menentukan parameter pemulusan yaitu parameter α dan γ yang akan digunakan. Parameter α dan γ diperoleh dengan cara *trial* dan *error*, dicobakan satu per satu untuk nilai antara 0 sampai 1. Parameter α dan γ yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter yang menghasilkan nilai MAPE, MSE, dan MAD terkecil.
6. Mencari nilai pemulusan eksponensial ganda *Holt*.
7. Mencari nilai *trend* pemulusan eksponensial ganda *Holt*.
8. Memperoleh model untuk meramalkan data kasus COVID-19.
9. Menguji ketepatan hasil peramalan dengan menghitung nilai *percentage error* dan MAPE.
10. Mencari ramalan pergerakan data kasus COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan untuk 3 bulan yang akan datang dengan menggunakan model yang telah diperoleh.
11. Membandingkan hasil peramalan kasus COVID-19 di Provinsi Sumatera Selatan dengan data aktual terbaru yang telah tersedia di *website* menggunakan Korelasi *Pearson*. Korelasi *Pearson* menghasilkan nilai koefisien korelasi yang dapat digunakan untuk

menentukan kekuatan hubungan antara dua variabel. Menurut (Smith, 2018), koefisien korelasi memiliki kriteria kemampuan yang dapat ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Koefisien Korelasi

No	Nilai r	Kriteria
1	0,00 – 0,199	Sangat lemah
2	0,20 – 0,399	Lemah
3	0,40 – 0,599	Sedang
4	0,60 – 0,799	Kuat
5	0,80 – 1,000	Sangat Kuat

- Menginterpretasikan hasil yang diperoleh. Hasil yang diperoleh adalah model peramalan untuk setiap kategori data kasus COVID-19. Model peramalan ini yang nantinya akan digunakan untuk meramalkan jumlah kasus COVID-19 pada periode ke-425 hingga periode seterusnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi diantara satu pengamatan dengan pengamatan lainnya di setiap kategori kasus COVID-19. Uji korelasi dilakukan dengan menghitung nilai autokorelasi dan nilai *Ljung-Box* menggunakan persamaan (1) dan (2), sehingga hasil perhitungan uji autokorelasi dapat dilihat pada Tabel 2.

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad \dots(1)$$

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n - k} \quad \dots(2)$$

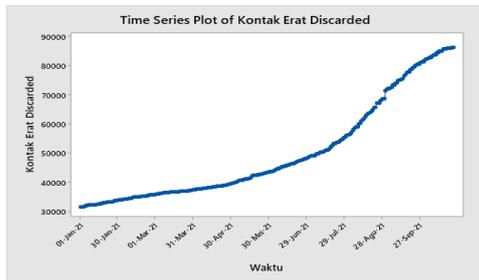
Tabel 2. Uji Autokorelasi Data COVID-19

No	Kategori	r	Q
1	Kontak Erat <i>Discarded</i>	0,99586	423,479
2	Kasus Asimptomatik	0,994311	422,162
3	Kasus Simptomatik	0,993673	421,621
4	Konfirmasi Meninggal	0,996188	423,758
5	Konfirmasi Sembuh	0,995419	423,104

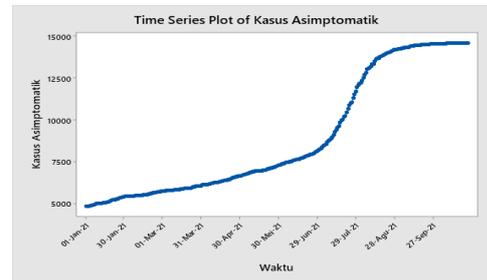
Hipotesis yang digunakan pada perhitungan uji autokorelasi ini adalah H_0 : Ada Autokorelasi dan H_1 : Tidak Ada Autokorelasi. Sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan berdasarkan ketentuan Terima H_0 atau Tolak H_1 , jika nilai $Q > Chi\ Square\ Table$ dan Terima H_1 atau Tolak H_0 , jika nilai $Q < Chi\ Square\ Table$. Nilai *Chi-Square Table* yang digunakan adalah $\chi^2_{(0,05;423)} = 471.952$. Berdasarkan Tabel 2, nilai Q untuk semua kategori diperoleh lebih kecil dari pada nilai *Chi Square Table*. Kesimpulan yang diperoleh adalah H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada data kasus COVID-19 sehingga analisis data selanjutnya dapat langsung dilakukan.

3.2 Plot Data

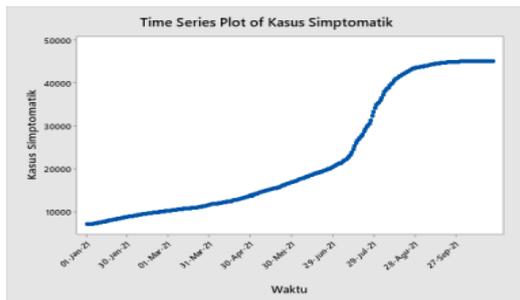
Plot data dibuat untuk mengetahui pola dari data kasus COVID-19. Berikut ini tampilan plot data untuk setiap kategori COVID-19.



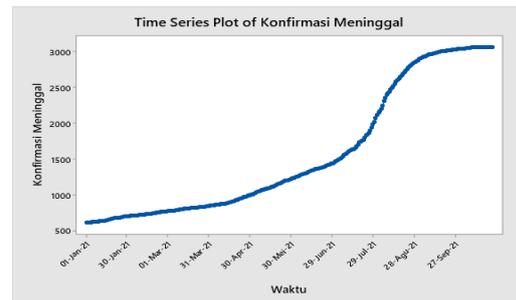
Gambar 1. Plot Kontak Erat Discarded



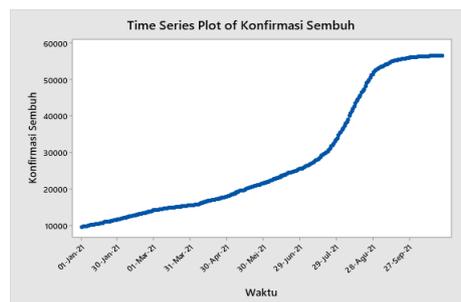
Gambar 2. Plot Kasus Asimtomatik



Gambar 3. Plot Kasus Simptomatik



Gambar 4. Plot Konfirmasi Meninggal



Gambar 5. Plot Konfirmasi Sembuh

Berdasarkan tampilan dari plot data di atas dapat dilihat bahwa pola data dari setiap kasus COVID-19 mengalami *trend* kenaikan yang cenderung bersifat eksponensial.

3.3 Penentuan Parameter

Penentuan parameter dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model yang digunakan. Penentuan parameter dilakukan dengan cara *trial and error* dengan mencoba nilai antara 0 hingga 1. Penentuan parameter α (α) dan γ (γ) dilakukan dengan menggunakan data training sebanyak 297 data pada periode 1 Januari hingga 24 Oktober 2021. Parameter terbaik dipilih berdasarkan nilai MAPE, MAD, dan MSE yang menghasilkan nilai terkecil. Perhitungan nilai MAPE menggunakan persamaan (3) dan menurut (Chang, Wang and Liu, 2007), nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) memiliki kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 3.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad \dots(3)$$

$$PE_t = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) 100 \quad \dots(4)$$

Keterangan,

PE_t : Kesalahan Persentase (*Percentage Error*)

X_t : Data aktual untuk periode ke t

F_t : Nilai peramalan untuk periode ke t

Tabel 3. Kriteria Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kriteria
<10%	Sangat Baik
10%-20%	Baik
20-50%	Cukup Baik
>50%	Tidak Baik

Perhitungan untuk menentukan nilai MAD (*Mean Absolute Deviation*) dan MSE (*Mean Squared Error*) dapat menggunakan persamaan (5) dan (6). Hasil dari penentuan parameter yang akan digunakan untuk setiap kategori data kasus COVID-19 dapat dilihat pada Tabel 4.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \tag{5}$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \tag{6}$$

$$e_t = X_t - \check{X}_t \tag{7}$$

Keterangan,

e_t : Kesalahan (*error*)

X_t : Data aktual untuk periode ke t

\check{X}_t : Ramalan (*fitted value*) untuk periode ke t

Tabel 4. Penentuan Parameter

Kategori	Parameter		MAPE	MAD	MSD
	Alpha	Gamma			
Kontak Erat <i>Discarded</i>	0,9	0,1	0	176	326066
Kasus Asimptomatik	0,9	0,3	0,4	27,8	13018,1
Kasus Simptomatik	0,9	0,3	1	88	211695
Konfirmasi Meninggal	0,9	0,5	0,76	6,37	1073,84
Konfirmasi Sembuh	0,9	0,4	1	102	276332

Tabel 4 berisi parameter *alpha* dan *gamma* yang digunakan untuk setiap kategori kasus COVID-19 beserta dengan nilai MAPE, MAD, dan MSD. Parameter *alpha* merupakan parameter pemulusan nilai eksponensial berganda, sedangkan parameter *gamma* merupakan parameter nilai *trend*.

3.4 Peramalan Kasus COVID-19

Peramalan kasus COVID-19 dimulai dengan melakukan perhitungan nilai pemulusan eksponensial berganda *Holt* (S_t) dan nilai *trend* pemulusan eksponensial (b_t) untuk periode ke-1 hingga 424 dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah diperoleh nilai S_t dan b_t , dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai ramalan F_t untuk periode yang sama. Nilai S_t , b_t , dan F_t ini diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \tag{8}$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \tag{9}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \tag{10}$$

Keterangan:

- S_t : Nilai pemulusan eksponensial berganda *Holt* pada periode ke- t
- S_{t-1} : Nilai pemulusan eksponensial berganda *Holt* pada periode ke $t - 1$
- X_t : Nilai data aktual untuk periode ke- t
- α : Parameter pemulusan, dengan nilai antara $0 < \alpha < 1$
- γ : Parameter pemulusan, dengan nilai antara $0 < \gamma < 1$
- b_t : Nilai *trend* pemulusan pada periode ke- t
- b_{t-1} : Nilai *trend* pemulusan pada periode ke- $t - 1$
- F_{t+m} : Nilai peramalan untuk m periode ke depan

Tabel 5. Peramalan Kasus COVID-19

Periode	Kontak Erat <i>Discarded</i>			Kasus Asimtomatik			Kasus Simptomatik		
	S_t	b_t	F_t	S_t	b_t	F_t	S_t	b_t	F_t
1	31594	40		4826	4		7074	41	
2	31598	36,4	31634	4826,4	2,92	4830	7078,1	29,93	7115
3	31634,04	36,364	31634,4	4829,932	3,1036	4829,32	7114,303	31,8119	7108,03
4	31648,44	34,16764	31670,4	4846,504	7,143988	4833,036	7149,611	32,86088	7146,115
5	31811,66	47,07292	31682,6	4868,365	11,55915	4853,648	7182,047	32,73334	7182,472
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
420	88994,4	101,26	88953,16	16843,85	153,6583	16770,52	56317	816,1849	56073,95
421	89127,5	104,439	89095,68	16979,05	148,1206	16997,51	57177,12	829,3663	57133,18
422	89419,2	123,167	89231,91	17111,72	143,4843	17127,17	57833,25	777,3955	58006,48
423	89568,1	125,745	89542,36	17297,32	156,1199	17255,2	58469,66	735,1017	58610,64
424	89655,3	121,886	89693,88	17384,64	135,4811	17453,44	58989,88	670,6348	59204,77

Tabel 6. Peramalan Kasus COVID-19 (Lanjutan)

Periode	Konfirmasi Meninggal			Konfirmasi Sembuh		
	S_t	b_t	F_t	S_t	b_t	F_t
1	613	2		9621	78	
2	613,2	1,1	615	9628,8	49,92	9699
3	614,93	1,415	614,3	9696,972	57,2208	9678,193
4	615,1345	0,80975	616,345	9777,419	66,51139	9754,193
5	615,0944	0,384838	615,9443	9844,893	66,89635	9843,931
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
420	3140,021	7,448033	3140,211	59388,03	330,8473	59343,3
421	3147,047	7,236931	3147,469	59840,49	379,4917	59718,88
422	3151,328	5,759202	3154,284	60404,5	453,2991	60219,98
423	3158,809	6,619788	3157,088	61108,18	553,4522	60857,8
424	3164,143	5,976942	3165,429	61745,66	587,0647	61661,63

Tabel 5 dan Tabel 6 menampilkan nilai S_t , b_t , dan F_t untuk setiap kategori kasus COVID-19. Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, diperoleh nilai peramalan untuk lima kategori kasus COVID-19 dan dapat digunakan untuk memperoleh model peramalan kasus COVID-19. Jika

diperhatikan dengan seksama, terlihat bahwa nilai S_t , b_t , dan F_t yang diperoleh di setiap kategori mengalami kenaikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan nilai S_t , b_t , dan F_t memiliki pola berupa *trend* naik.

3.5 Model Peramalan

Model peramalan kasus COVID-19 yang diperoleh terdiri dari lima model, yaitu model peramalan kontak erat *discarded*, model kasus asimtomatik, model kasus simptomatik, model konfirmasi meninggal, dan model konfirmasi sembuh.

Tabel 7. Model Peramalan Kasus COVID-19

Kategori	Model Peramalan
Kontak Erat <i>Discarded</i>	$F_{424+m} = 89655,3 + (121,886)m$
Kasus Asimptomatik	$F_{424+m} = 17384,64 + (135,4811)m$
Kasus Simptomatik	$F_{424+m} = 58989,88 + (670,6348)m$
Konfirmasi Meninggal	$F_{424+m} = 3164,143 + (5,976942)m$
Konfirmasi Sembuh	$F_{424+m} = 61745,66 + (587,0647)m$

Tabel 7 menampilkan model peramalan untuk lima kategori kasus COVID-19, dengan m adalah banyaknya periode kedepan yang ingin diramalkan ($m = 1,2, \dots dst$). Model peramalan kasus COVID-19 dapat digunakan untuk periode ke-425 dan seterusnya. Berikut ini penjelasan untuk penerapan setiap model peramalan dari kategori kasus COVID-19:

1. Kontak Erat *Discarded*

Model peramalan untuk kategori Kontak Erat *Discarded* adalah $F_{424+m} = 89655,3 + (121,886)m$. Jika ingin melakukan peramalan untuk periode ke 430, maka nilai m yang digunakan adalah 6. Berikut ini perhitungan hasil peramalan yang diperoleh:

$$F_{424+6} = 89655,3 + (121,886)(6)$$

$$F_{430} = 90386,616 \approx 90387$$

Sehingga diperoleh hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 untuk kategori Kontak Erat *Discarded* pada periode ke-430 adalah 90387.

2. Kasus Asimptomatik

Jika ingin melakukan peramalan terhadap kategori Kasus Asimptomatik untuk periode 440, maka nilai m yang digunakan adalah 16. Berikut ini perhitungannya hasil peramalan yang diperoleh:

$$F_{424+m} = 17384,64 + (135,4811)m$$

$$F_{424+16} = 17384,64 + (135,4811)(16)$$

$$F_{440} = 19552,3376 \approx 19552$$

Sehingga diperoleh hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 untuk kategori Kasus Asimptomatik pada periode ke-440 adalah 19552.

3. Kasus Simptomatik

Contoh penggunaan model peramalan kategori Kasus Simptomatik, misalkan ingin melakukan peramalan untuk periode ke-435 dengan menggunakan nilai $m = 11$. Berikut ini contoh perhitungannya :

$$F_{424+11} = 58989,88 + (670,6348)(11)$$

$$F_{435} = 66366,8628 \approx 66367$$

Jadi, hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 untuk kategori Kasus Simptomatik pada periode ke-435 adalah 66367.

4. Konfirmasi Meninggal

Model peramalan untuk kategori Konfirmasi Meninggal adalah $F_{424+m} = 3164,143 + (5,976942)m$. Jika ingin mencari hasil peramalan untuk periode ke-446, maka nilai m yang digunakan adalah 22. Berikut ini hasil perhitungannya:

$$F_{424+22} = 3164,143 + (5,976942)(22)$$

$$F_{446} = 3295,635724 \approx 3296$$

Sehingga hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 untuk kategori Konfirmasi Meninggal pada periode ke-446 adalah 3296.

5. Konfirmasi Sembuh

Jika ingin mengetahui hasil peramalan untuk kategori Konfirmasi Sembuh pada periode 453, gunakan model peramalan $F_{424+m} = 61745,66 + (587,0647)m$ dengan $m = 29$. Berikut ini hasil perhitungannya:

$$F_{424+29} = 61745,66 + (587,0647)(29)$$

$$F_{446} = 78770,5368 \approx 78771$$

Jadi, hasil peramalan jumlah kasus COVID-19 kategori Konfirmasi Sembuh untuk periode ke-446 adalah 78771.

3.6 Ukuran Kesalahan Peramalan

Kesalahan peramalan ini menjadi dasar untuk menentukan seberapa baik kinerja dari model kasus COVID-19 yang telah diperoleh dalam melakukan peramalan dengan menghitung nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Semakin kecil nilai *error* yang diperoleh, maka semakin baik kinerja dari model tersebut.

Tabel 8. Ukuran Kesalahan Peramalan

Kategori	MAPE
Kontak Erat <i>Discarded</i>	0,056%
Kasus Asimptomatik	0,173%
Kasus Simptomatik	0,254%
Konfirmasi Meninggal	0,034%
Konfirmasi Sembuh	0,099%

Tabel 8 menampilkan nilai MAPE untuk semua kategori kasus COVID-19 yang diperoleh nilai dibawah 10%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa lima model peramalan tersebut memiliki performa yang sangat baik dalam melakukan peramalan kategori kasus COVID-19.

3.7 Hasil Peramalan Kasus COVID-19 Pada Periode Mendatang

Peramalan jumlah kasus COVID-19 untuk periode mendatang yaitu periode 1 Maret – 31 Mei 2022. Hasil peramalan diperoleh menggunakan model peramalan dari setiap kategori COVID-19 dengan mensubstitusikan nilai m .

Tabel 9. Hasil Peramalan Periode Mendatang

Waktu	Kontak Erat <i>Discarded</i>	Kasus Asimptomatik	Kasus Simptomatik	Konfirmasi Meninggal	Konfirmasi Sembuh
1 Maret 2022	89777	17520	59661	3170	62333
2 Maret 2022	89899	17656	60331	3176	62920
3 Maret 2022	90021	17791	61002	3182	63507
4 Maret 2022	90143	17927	61672	3188	64094
5 Maret 2022	90265	18062	62343	3194	64681
6 Maret 2022	90387	18198	63014	3200	65268
7 Maret 2022	90509	18333	63684	3206	65855
8 Maret 2022	90630	18468	64355	3212	66442
9 Maret 2022	90752	18604	65026	3218	67029
10 Maret 2022	90874	18739	65696	3224	67616
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
27 Mei 2022	100381	29307	118006	3690	113407
28 Mei 2022	100503	29442	118676	3696	113994
29 Mei 2022	100625	29578	119347	3702	114581
30 Mei 2022	100747	29713	120018	3708	115169
31 Mei 2022	100869	29849	120688	3714	115756

Tabel 8 menampilkan hasil peramalan untuk periode 1 Maret hingga 31 Mei 2022. Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa pada tanggal 1 Maret 2022, jumlah kasus COVID-19 untuk kategori Kontak Erat *Discarded* diramalkan akan sebanyak 89.777, sedangkan untuk kategori

Kasus Asimptomatik sebanyak 17.520. Begitu seterusnya, dapat diinterpretasikan jumlah kasus COVID-19 untuk setiap kategori pada periode 2 Maret 2022 hingga 31 Mei 2022.

3.7 Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data *Real*

Perbandingan hasil peramalan dan data *real* pada periode 1 Maret – 16 April 2022 dilakukan dengan menghitung nilai Korelasi *Pearson* dengan menggunakan rumus berikut :

$$r = \frac{n \sum \check{X}_t X_t - (\sum \check{X}_t)(\sum X_t)}{\sqrt{[n \sum \check{X}_t^2 - (\sum \check{X}_t)^2][n \sum X_t^2 - (\sum X_t)^2]}} \dots(11)$$

Tabel 10. Korelasi *Pearson*

Kategori	Korelasi <i>Pearson</i>
Kontak Erat <i>Discarded</i>	0,848553
Kasus Asimptomatik	0,750017
Kasus Simptomatik	0,841725
Konfirmasi Meninggal	0,923576
Konfirmasi Sembuh	0,909699

Nilai koefisien korelasi *Pearson* untuk semua kategori kasus COVID-19 diperoleh di atas 0,7 dengan kriteria yang sangat kuat. Dari perhitungan koefisien korelasi *Pearson* pada Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan dan data *real* memiliki keeratan hubungan dan hasil peramalan hampir mendekati data *real* kasus COVID-19.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan metode *Double Exponential Smoothing Tipe Holt* untuk kasus COVID-19 menghasilkan lima model peramalan yang dapat digunakan untuk meramalkan jumlah kasus COVID-19 pada periode ke-425 hingga periode dan seterusnya. Model peramalan kategori kasus COVID-19 memiliki ukuran kesalahan peramalan dalam bentuk MAPE yang sangat kecil, yaitu dibawah 10%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model peramalan memiliki kinerja yang sangat baik dalam meramalkan kasus COVID-19.

Perbandingan hasil peramalan dengan data *real* menunjukkan nilai koefisien korelasi di atas 0,7 untuk semua kategori kasus COVID-19. Hal ini menandakan bahwa hasil peramalan dan data *real* memiliki keeratan hubungan yang kuat dan hasil peramalan hampir mendekati data *real*.

Dalam penelitian ini, nilai MAPE dan kriteria korelasi *Pearson* yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing Tipe Holt* sudah sangat baik. Meskipun demikian, untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar metode ini digunakan pada peramalan dengan data yang cenderung semakin meningkat atau memiliki pola *trend* naik.

Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dua metode, yaitu *Double Exponential Smoothing Tipe Holt* dan *Double Exponential Smoothing Tipe Brown*, agar hasil peramalan dari kedua metode dapat dibandingkan langsung dalam hal kinerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsalam Abotaleb, M. S. (2020) 'Predicting COVID-19 Cases using Some Statistical Models: An Application to the Cases Reported in China Italy and USA', *Academic Journal of Applied Mathematical Sciences*, 6(64), pp. 32–40. doi: 10.32861/ajams.64.32.40.
- Ariyanto, R., Puspitasari, D. and Ericawati, F. (2017) 'Penerapan Metode *Double Exponential Smoothing* Pada', *Jurnal Informatika Polinema*, 4(1), pp. 57–62.
- Chang, P. C., Wang, Y. W. and Liu, C. H. (2007) 'The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting', *Expert Systems with Applications*, 32(1), pp. 86–96. doi: 10.1016/j.eswa.2005.11.021.
- Djakaria, I. and Saleh, S. E. (2021) 'Covid-19 forecast using *Holt-Winters* exponential smoothing', in *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing Ltd. doi: 10.1088/1742-6596/1882/1/012033.
- Harini, S. (2020) 'Identification COVID-19 Cases in Indonesia with The *Double Exponential Smoothing* Method', *Jurnal Matematika 'MANTIK'*, 6(1), pp. 66–75. doi: 10.15642/mantik.2020.6.1.66-75.

- Nurlifa, A. and Kusumadewi, S. (2017) 'Sistem Peramalan Jumlah Penjualan Menggunakan Metode Moving Average Pada Rumah Jilbab Zaky', *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 2(1), p. 18. doi: 10.35314/isi.v2i1.112.
- Rahmadani, W. and Sihombing, S. C. (2020) 'Analisis Penyebaran Virus Covid-19 di Provinsi Sumatera Selatan Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange', *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 2(1), p. 12. doi: 10.31851/jupiter.v2i1.5314.
- Smith, M. (2018) *Statistical Analysis Handbook A Comprehensive Handbook of Statistical Concepts, Techniques and Software Tools 2018 Edition*.