

**PREDIKSI KASUS KONFIRMASI POSITIF COVID-19 DI JOMBANG MENGGUNAKAN MODEL
INTEGER-VALUED AUTOREGRESSIVE(p)**

Framitha Septian Subiantoro

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : framitha.17030214055@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Covid-19 atau *Corona Virus Disease* 2019 pertama kali dideteksi di Indonesia pada tanggal 2 Maret 2020. Hingga pada 9 April 2020, virus tersebut sudah menyebar ke seluruh provinsi di Indonesia. Salah satu provinsi di Indonesia yang dinyatakan sebagai provinsi dengan angka kasus positif Covid-19 tertinggi di Indonesia yaitu Jawa Timur. Salah satu dan satu-satunya zona merah yang ada di Provinsi Jawa Timur untuk saat ini adalah Jombang. Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian akan dibahas mengenai analisis prediksi Covid-19 di wilayah Jombang agar dapat digunakan sebagai tindakan preventif kedepannya dalam mencegah peningkatan angka positif Covid-19 di wilayah Jombang. Prediksi akan dilakukan menggunakan model INAR(p). Orde dicari melalui analisis plot ACF dan PACF. Kemudian diestimasi untuk mendapatkan model terbaik dengan orde tertentu. Dari proses tersebut, diperoleh model INAR(4) yang terbaik dengan nilai AIC sebesar 1407,224 dan diperoleh hasil prediksi jumlah kasus positif Covid-19 di Jombang pada tanggal 21 Februari 2021 sebanyak 27 kasus dengan estimasi error prediksi menggunakan MAPE sebesar 28,5%.

Kata kunci: Covid-19, Integer-valued Autoregressive (p)

Abstract

Covid-19 or *Corona Virus Disease* 2019 was first detected in Indonesia on March 2, 2020. As of April 9, 2020, the virus has spread to all provinces in Indonesia. One of the provinces in Indonesia that has been declared the province with the highest number of positive Covid-19 cases in Indonesia is East Java. One and the only red zone in East Java Province at this time is Jombang. Based on this, the research will discuss the analysis of Covid-19 predictions in the Jombang area so that it can be used as a preventive measure in the future in preventing an increase in the positive number of Covid-19 in the Jombang area. Predictions will be carried out using the INAR (p) model. The order is searched through ACF and PACF plot analysis. Then it is estimated to get the best model with a certain order. From this process, the best INAR (4) model was obtained with an AIC value of 1407,224 and the predicted results of the number of positive cases of Covid-19 in Jombang on February 21, 2021 were 27 cases with an estimated error prediction using MAPE of 28.5% .

Keywords : Covid-19, Integer-valued Autoregressive (p)

1. PENDAHULUAN

Covid-19 atau *Corona Virus Disease* 2019 terdeteksi pertama kali di Indonesia pada tanggal 2 Maret 2020, karena terdapat dua orang pertama yang dikonfirmasi tertular virus Covid-19 oleh warga Jepang. Hingga pada 9 April 2020, virus tersebut sudah menyebar ke seluruh provinsi di Indonesia (Wikipedia, 2021). Tercatat bahwa per tanggal 20 Februari 2021, Indonesia melaporkan kasus positif sebanyak 1.271.353 orang, dimana Indonesia menempati Negara pertama dengan kasus konfirmasi terbanyak di Asia Tenggara, dan menempati urutan ketiga terbanyak di Asia dalam hal angka kematian akibat Covid-19 (Wikipedia, 2021). Dalam kondisi ini, *Corona Virus Disease* 2019 ditetapkan sebagai pandemi oleh ((WHO), 2020).

Jawa Timur adalah salah satu provinsi yang dinyatakan dengan angka kasus konfirmasi positif yang tinggi di Indonesia (CNNIndonesia, 2020). Tingginya angka positif Covid-19 di Jawa Timur tentunya tidaklah lepas dari jumlah kasus dari tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Sehingga para pemerintah dari masing-masing daerah diketahui melakukan suatu kebijakan dalam membantu mengendalikan angka positif Covid-19. Dengan adanya kebijakan-kebijakan yang dilakukan seperti adanya pembatasan jam malam dalam berbagai wilayah, dapat mengurangi aktivitas warga diluar rumah sehingga dapat membantu menekan angka kasus positif yang terjadi dengan cukup signifikan. Akan tetapi, diketahui dari (Bisnis.com, 2021) bahwa hingga 17 Februari 2021, satu-satunya kabupaten yang masih menjadi zona merah akibat epidemik Covid-19 di provinsi Jawa Timur yaitu Jombang. Beberapa penelitian telah

dilakukan untuk mengestimasi jumlah penambahan kasus positif Covid-19, seperti yang dilakukan oleh (Albana, 2020) yang membahas mengenai peramalan jumlah pasien per kecamatan pada wilayah Surabaya menggunakan *Simple Exponential Smoothing*. Selain itu, prediksi penyebaran Covid-19 di Kota Surabaya menggunakan Simulasi Monte Carlo dilakukan oleh (Albana & Azhari, 2020). Berdasarkan penelitian-penelitian serta kondisi terkini dari wilayah Jombang, maka penelitian ini dibutuhkan. Dalam artikel penelitian ini akan dibahas mengenai analisis prediksi Covid-19 di wilayah Jombang agar dapat digunakan sebagai tindakan preventif kedepannya dalam mencegah peningkatan angka positif Covid-19 di wilayah Jombang.

Penelitian ini menggunakan data per hari dari penambahan positif Covid-19 di wilayah Jombang. Data tersebut diambil dari web resmi milik Pemerintah Provinsi Jawa Timur, dimana tersedia sebuah tabel yang berisi jumlah penambahan kasus positif per hari dari setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Dikarenakan data yang digunakan berdasarkan urutan waktu, maka biasa disebut dengan data deret waktu atau *time series* (Montgomery, Jennings, & dkk, 2008). Selain itu, data tersebut juga merupakan jumlahan dari suatu kejadian, maka disebut dengan data count (Wei, 2006). Dalam memprediksi suatu data count deret waktu, maka berdasarkan (Alzahrami & dkk, 2018) akan digunakan sebuah pendekatan *Observation Driven Model* (ODM), salah satu contohnya yaitu model INAR(p) atau Integer-valued Autoregressive dengan orde p , dimana model utama yang digunakan sebagai landasan yaitu model ARMA(p, q) dengan kebutuhan data *count time series*. Sehingga model yang dipilih dalam artikel ini adalah model INAR(p) karena kemampuannya untuk data deret waktu berjenis data count. Pembahasan dan penjelasan dari model yang digunakan beserta hasilnya akan disajikan dalam bab berikutnya.

2. KAJIAN TEORI

a. Distribusi Poisson

Distribusi Poisson merupakan suatu distribusi dari peristiwa dengan probabilitas kejadian yang kecil. Salah satu contoh data yang mengikuti distribusi Poisson yaitu jumlah suatu kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu (Hu, M.C; Pavlicova, M.; Nunes, E.V., 2011). Probability distribution function (pdf) dari variabel acak X yang mewakili jumlah kejadian dalam suatu interval waktu atau wilayah tertentu yang dilambangkan dengan t , yaitu

$$p(n; \mu t) = \sum_{X_t=0}^n \frac{e^{-\mu t} (\mu t)^{X_t}}{X_t!} \quad (1)$$

dimana μ adalah rata-rata kejadian per satuan waktu, jarak, luas atau volume, n merupakan banyaknya

observasi dalam suatu data, dan nilai $e = 2.71828 \dots$ (Walpole, Ronald E.; Myers, Raymond H.; dkk, 2012)

b. Integer-valued Autoregressive orde p Model

Didalam Model INAR, terdapat sebuah operator ' \circ ' yang biasa disebut dengan operator *binomial thinning*. Misalkan X adalah variabel acak bilangan bulat non-negatif. Operator ' \circ ' didefinisikan sebagai berikut

$$\alpha \circ X = \sum_{t=1}^x X_t$$

untuk setiap $\alpha \in [0,1]$, dimana α peluang berhasil dan X_t adalah variabel acak i.i.d (identically distributed) yang independen terhadap X . Definisi dari operator diatas dapat digunakan untuk melakukan spesifikasi dari proses INAR(p). Berikut definisi proses INAR(p) dengan $\alpha_i \in [0,1]$, untuk $i = 1,2, \dots, p$, dan dengan ε_t adalah urutan variabel acak bernilai integer i.i.d dan non-negatif yang memiliki mean μ dan varians σ^2 :

$$X_t = \alpha_1 \circ X_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (2)$$

Persamaan (2) merupakan model dari *Integer-valued Autoregressive* dengan orde-1, yang biasa ditulis sebagai INAR(1) (Al-Osh & Alzaid, 1987). Atau secara umum untuk model *Integer-valued Autoregressive* dengan orde- p dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i \circ X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

dimana INAR(p) diperkenalkan oleh (Pedeli & Davison, 2015). Orde p dari model INAR ditentukan mulai dari $p = 1$ dan dipilih berdasarkan nilai AIC terkecil dari masing-masing model yang dibangun (Enciso-Mora, Neal, & Rao, 2009). Tetapi, model ini hanya terbatas pada data yang stasioner, sehingga diperlukan model lain untuk mengatasi data yang tidak stasioner (Pinontoan, 2018).

Dalam membangun model INAR, diperlukan estimasi parameter. Langkah-langkah dalam membangun model INAR akan dijabarkan dalam bab pembahasan. Misalkan model INAR dengan orde p , dengan vektor parameter INAR $\theta = (\alpha_1, \dots, \alpha_p; \mu)'$ yang akan diestimasi dengan memaksimalkan conditional log-likelihood berikut:

$$l(\theta) = \sum_{t=p+1}^n \ln P(Y_t = y | Y_{t-1} = y_{t-1}, \dots, y_{t-p}) \quad (4)$$

dimana

$$P(Y_t = y | Y_{t-1} = y_{t-1}, \dots, y_{t-p})$$

adalah

$\min(y_{t-1}, y)$

$$\sum_{i_1=0}^{y_{t-1}} \binom{y_{t-1}}{i_1} \alpha_1^{i_1} (1 - \alpha_1)^{y_{t-1}-i_1} \times \dots \times \sum_{i_p=0}^{\min(y_{t-p}, y - (i_1 + \dots + i_p))} \binom{y_{t-p}}{i_p} \alpha_p^{i_p} (1 - \alpha_p)^{y_{t-p}-i_p} (5) \times \frac{\exp(-\mu) \mu^{y - (i_1 + \dots + i_p)}}{\{y - (i_1 + \dots + i_p)\}!}$$

dengan $i_p = \min\{y_{t-p}, y - (i_1 + \dots + i_p)\}$. Persamaan (5) merupakan pdf dari INAR orde p . Estimasi parameter dari model INAR(p) lebih lengkap dibahas dalam (Bu, R, & McCabe, 2008). Estimasi parameter dapat dilakukan setelah orde- p diperoleh. Setelah model diperoleh dilakukan uji diagnostik, yaitu melakukan cek residual (menguji apakah terdapat korelasi antar residual yang dihasilkan) dari model (Silva & Oliveira, 2005). Setelah diperoleh model terbaik, maka prediksi dapat dilakukan.

c. Akaike's Information Criterion (AIC)

AIC digunakan dalam melakukan pemilihan model terbaik. Model terbaik diperoleh dengan nilai AIC yang terkecil. Nilai AIC ditentukan oleh

$$AIC(\hat{\theta}) = (-2) \log m + 2k, \quad (6)$$

dimana m merupakan nilai log-likelihood dari model yang digunakan. Dan k merupakan jumlah parameter yang disesuaikan secara independen. AIC ditemukan dari masing-masing model yang dibangun untuk meminimalkan estimasi kehilangan informasi, karena hampir akan selalu ada informasi yang hilang ketika menggunakan beberapa model untuk mewakili keadaan yang sebenarnya yaitu ketika menghasilkan data. sehingga model dengan AIC terkecil adalah model yang terbaik untuk digunakan (Anderson, 2001).

d. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Dalam model yang digunakan untuk memprediksi, terdapat beberapa metode estimasi *error* yang sering digunakan, salah satunya adalah MAPE. MAPE dipilih karena dalam (Halimawan and Sukarno 2013) berisi tentang kelebihan MAPE yang lebih signifikan dibandingkan dengan MAD. Misalkan \hat{Y}_t adalah data hasil prediksi, Y_t adalah data dari nilai asli yang dimiliki, dan n adalah banyaknya data, sehingga MAPE dapat diperoleh dengan

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right| \times 100}{n} \quad (7)$$

3. METODE

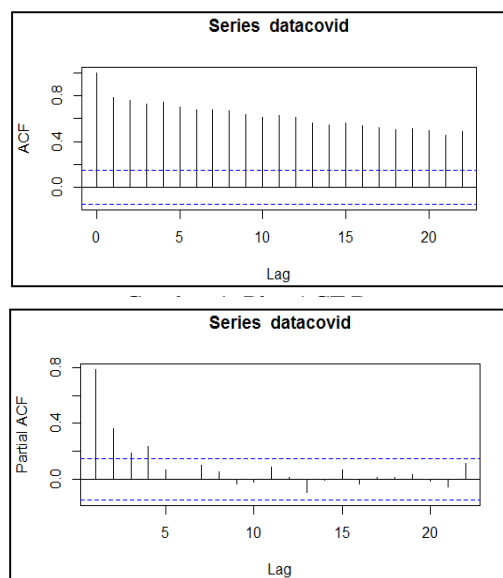
Penelitian ini dirancang untuk melakukan prediksi penambahan jumlah kasus positif Covid-19 di Wilayah Jombang pada tanggal 21 Februari 2021. Penelitian ini menggunakan data sekunder penambahan kasus Covid-19 per hari mulai tanggal 16 Agustus 2020 hingga 20 Februari 2021 yang diperoleh dari sosial media resmi milik Pemerintah Provinsi Jawa Timur yaitu Instagram dengan nama akun [@jatimpemprov](#).

Data tersebut akan dimodelkan dalam model INAR(p), dimana orde- p dipilih berdasarkan analisis plot ACF dan PACF data. Lag signifikan yang terbesar serta hasil uji residual yang memenuhi yang akan digunakan sebagai orde model. Setelah diperoleh orde untuk model terbaik,

model tersebut dapat dibangun kemudian dilanjutkan untuk melakukan prediksi jumlah kasus positif Covid-19 di wilayah Jombang yang terjadi pada tanggal 21 Februari 2021. Model INAR ini dipilih karena kemampuannya dalam mengatasi data diskrit deret waktu bernilai bilangan bulat yang tidak mampu diatasi oleh model ARMA. Variabel respon dari penelitian ini yaitu hasil prediksi pada satu periode berikutnya, dan variabel prediktornya yaitu data penambahan kasus positif per hari di wilayah Jombang. Penelitian ini menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% atau 0,05.

4. PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah memastikan bahwa model yang digunakan adalah AR, sehingga akan digunakan plot ACF dan PACF berikut.



Gambar 2. Plot PACF Data

Gambar 1 dan 2 merupakan hasil plot ACF dan PACF dari data penambahan kasus positif Covid-19 di wilayah Jombang. Diketahui dari gambar 1 menunjukkan suatu pola menurun dengan cukup konstan sekana-akan seperti membentuk kurva, atau yang biasa disebut dengan *dying down*. Sedangkan dalam gambar 2 menunjukkan suatu pola yang tidak beraturan atau biasa disebut dengan pola *cut off*. Sehingga dapat disimpulkan dari gambar 1 dan 2 yaitu data menunjukkan pola *dying down* dan *cut off*, maka model yang digunakan adalah model AR. Untuk pembahasan mengenai ACF dan PACF yang lebih lengkap, dapat diperiksa dalam (Wei, 2006). Kemudian, dalam plot PACF (gambar 2), diketahui signifikansi pada lag pertama, kedua, ketiga dan keempat.

1. Model INAR(p) untuk data Covid-19 Jombang

Model ini membutuhkan data yang stasioner, sehingga akan dilakukan uji stasioneritas terlebih dahulu pada data

menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey-Fuller*). Hipotesis yang digunakan dalam uji ADF sebagai berikut.

- H_0 : Data tidak stasioner,
- H_1 : Data stasioner.

Setelah uji ADF dilakukan, dengan bantuan aplikasi R diperoleh nilai *Dickey-Fuller* sebesar -6,0234 dan *p-value* sebesar 0,01. Dimana nilai *p-value* lebih kecil dari taraf signifikansi pengujian yang digunakan, sehingga H_0 ditolak. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa data yang digunakan telah stasioner. Karena data telah stasioner, maka model INAR(p) dapat dibangun.

Dalam pemilihan orde untuk model, menggunakan analisis plot ACF dan PACF, dan lag signifikan terbesar yang akan digunakan. Dari gambar 2 diketahui bahwa lag pertama, kedua, ketiga dan keempat signifikan. Sehingga orde INAR yang akan digunakan yaitu 4, dengan koefisien tak nol pada lag pertama, kedua, ketiga dan keempat. Berikut hasil estimasi parameter dari model INAR(4).

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter dari Model INAR(4)

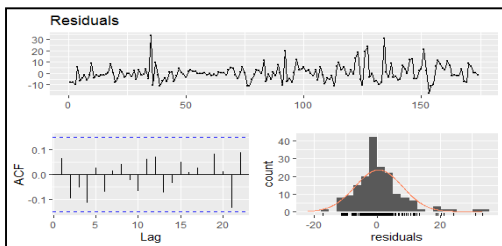
Parameter	Estimasi	Std. Error	CI(lower)	CI(upper)
ε_t	1,0001	0,3406	0,333	1,668
α_1	0,2572	0,0393	0,180	0,334
α_2	0,3250	0,0415	0,244	0,406
α_3	0,0589	0,0392	-0,018	0,136
α_4	0,2907	0,0395	0,213	0,368

Dengan menggunakan persamaan 6, diperoleh nilai AIC dari model INAR(4) sebesar 1407,224. Dikarenakan hasil estimasi parameter dari INAR(4) sudah diperoleh, maka model INAR(4) dapat dibangun menggunakan persamaan 3 dan nilai parameter pada tabel 1, sehingga diperoleh model INAR(4) sebagai berikut:

$$X_t = 0,2572X_{t-1} + 0,3250X_{t-2} + 0,0589X_{t-3} + 0,2907X_{t-4} + 1,0001 \quad (8)$$

Orde 2 dan 3 juga memungkinkan dipilih sebagai orde dari model INAR, akan tetapi menurut (Silva & Oliveira, 2005) mengenai pembahasan implementasi INAR, dimana lag signifikan terbesar yang digunakan sebagai orde model, maka yang digunakan dalam perbandingan beberapa model hanyalah dua lag signifikan terbesar saja.

Kemudian akan dilakukan uji diagnostik dari model INAR(4) dan diperoleh hasil uji sebagai berikut:



Gambar 3. Plot Residual Model INAR(4)

Gambar paling atas dari gambar 3 merupakan *scatter plot* dari hasil residual model INAR(4). Dari plot tersebut menunjukkan pola yang tidak beraturan atau tidak menunjukkan suatu pola tertentu, sehingga diketahui bahwa residual bersifat identik. Kemudian akan dilakukan uji residual menggunakan uji *Ljung-Box* (LB), dengan hipotesis berikut:

- H_0 : Residual tidak berkorelasi,
- H_1 : Terdapat korelasi antar residual.

Dari uji LB ini, diperoleh hasil bahwa nilai dari $\chi^2_{0,05;1}$ sebesar 0,7768 dan *p-value* sebesar 0,3781. Nilai *p-value* lebih besar dari taraf signifikan yang digunakan, sehingga H_0 gagal ditolak. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terdapat korelasi antar residual. Dari kedua uji homogenitas tersebut, diketahui bahwa residual bersifat identik dan tidak terdapat korelasi antara residual. Maka model INAR(4) dapat dipercaya untuk digunakan memprediksi.

2. Prediksi

Prediksi dilakukan untuk meramalkan penambahan kasus Covid di wilayah Jombang pada hari berikutnya dengan menggunakan data covid di hari sebelumnya. Dengan menggunakan persamaan 8, data akan dibagi menjadi data *train* (data yang digunakan membangun model kemudian melakukan prediksi) dan data *test*, dimana pembagian dilakukan tidak ada ketentuan khusus. Data *train* menggunakan 174 data dan 15 data sisanya digunakan sebagai data *test*. Hasil prediksi akan dibandingkan dengan data asli yang dimiliki. Selisih dari data asli dan data hasil prediksi akan digunakan untuk menghitung estimasi kesalahan dalam prediksi. Dengan bantuan aplikasi R, diperoleh bahwa jumlah penambahan kasus positif Covid-19 di Jombang pada tanggal 21 Februari sebesar 27,01766. Karena jumlah penambahan kasus diharuskan bernilai bilangan bulat, maka hasil prediksi dibulatkan menjadi 27 kasus (Drost & dkk, 2009).

Tabel 2. Hasil Prediksi menggunakan model INAR(4)

Data Test	Prediksi	Selisih
27	34,48491	7,48491
25	33,09712	8,09712
35	32,60713	2,39287
17	32,05860	15,0586
26	31,81751	5,81751
300	31,14491	268,8551
67	30,71883	36,28167
41	30,21696	10,78304
21	29,83971	8,83971
2	29,35894	27,35894
0	28,95926	28,95926
19	28,53209	9,53209
1	28,15433	27,15433

20	27,75504	7,75504
29	27,38822	1,61178
28	27,01766	0,98234

Kolom prediksi merupakan hasil prediksi dari model, dan kolom selisih merupakan selisih antara data *test* dengan data hasil prediksi. Dimisalkan X_i adalah data asli, kemudian data prediksi adalah \hat{X}_i , sehingga MAPE yang diperoleh sebesar 28,5% dari model INAR(4). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Pamungkas & Wibowo, 2018) menggunakan metode Arima Box-Jenkins untuk data DBD di Jawa Timur. Kemudian prediksi mengenai Covid-19 di Surabaya juga dilakukan oleh (Albana & dkk, 2020) dengan simulasi Monte Carlo. Sedangkan penelitian ini menggunakan model INAR untuk memprediksi, disertai dengan penjabaran langkah-langkah yang cukup jelas.

5. PENUTUP

Simpulan

Data yang digunakan merupakan data count dengan jenis data deret waktu, sehingga model INAR cocok digunakan. Namun model INAR(p) terbatas untuk data yang stasioner, sehingga diperlukan model lain untuk mengatasi data yang tidak stasioner. Dari model INAR(4) diperoleh hasil prediksi jumlah penambahan kasus per hari di wikayah Jombang pada tanggal 21 Februari 2021 sebanyak 27 kasus dengan nilai estimasi error prediksi menggunakan MAPE sebesar 28,5%.

Saran

Penelitian ini menggunakan model INAR dimana INAR belum mampu mengatasi data yang belum stasioner dan mengabaikan over/underdispersi. Sehingga banyak sekali model pengembangan INAR yang dapat digunakan untuk mengatasi data dengan kondisi yang belum mampu diatasi oleh INAR, seperti GINAR, EINAR, INARDP, dan sebagainya. Karena pada dasarnya data *count* sering bersifat overdispersi.

DAFTAR PUSTAKA

- (WHO), W. H. (2020). Retrieved November 23, 2020, from <http://who.int/heatlhtopics/coronavirus>
- Albana, A. S. (2020). Optimasi Alokasi Pasien untuk Kasus Covid-19 Wilayah Surabaya. *Jurnal Tecnoscienza Vol.4 No.2* , 181-200.
- Albana, A. S., & dkk. (2020). Prediksi Penyebaran Covid-19 di Kota Surabaya dengan Simulasi Monte Carlo. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology (JAIIIT)* .
- Al-Osh, M., & Alzaid, A. (1987). First-Order Integer-valued Autoregressive (INAR(1)) Process. 8(3).

- Alzahrani, N., & dkk. (2018). Model Selection for Time Series of Count Data.
- Anderson, K. P. (2001). Model Selection and Multiple Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. *The Journal of Wildlife Management (Vol. 65)* .
- Bisnis.com. (2021, February 17). Retrieved February 21, 2021, from <https://surabaya.bisnis.com/read/20210217/531/1357309/covid-19-jawa-timur-jombang-satu-satunya-zona-merah>
- Bu, R., & McCabe, d. B. (2008). Model Selection Estimation and Forecasting in INAR(p) Models : A Likelihood Based Markov Chain Approach. *International Journal of Forecasting* , 24(1),151-162.
- CNNIndonesia. (2020, Juni 30). Retrieved February 2021, 21, from <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20200630095956-20-518916/drama-corona-jatim-dan-kasus-tertinggi-juara-nasional>
- Drost, F. C., & dkk. (2009). Efficient Estimation of Autoregression Parameters and Innovations Distributions for Semiparametric Integer-Valued AR(p) Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B: Statistical Methodology* , 478.
- Enciso-Mora, V., Neal, P., & Rao, & T. (2009). Efficient Order Selection Algorithms for Integer-valued ARMA processes. *Journal of Time Series Analysis 30(1)* , 1-18.
- Halimawan, A. A., & Sukarno, S. (2013). Stock Price Forecasting Accuracy Analysis Using Mean Absolut Deviation (MAD) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) on Smoothing Moving Average and Exponential Moving Average Indikator . *The Indonesian Journal of Busines Administration* , 1613-1626.
- Hu, M.C; Pavlicova, M.; Nunes, E.V;. (2011). *Zero-inflated and Hurdle Models of Count Data with Extra Zeros : Example from an HIV-Risk Reduction Intervention Trial*.
- Montgomery, D. C., Jennings, C., & dkk. (2008). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. *Wiley Series in Probability and Statistics* .
- Pamungkas, M. B., & Wibowo, A. (2018). Aplikasi Metode Arima Box Jenkins untuk Meramalkan Kasus DBD di Provinsi Jawa Timur. *The Indonesian Journal of Public Health* , 181-194.
- Pedeli, X., & Davison, A. C. (2015). Likelihood Estimation for the INAR(p) Model by Saddlepoint Approximation. *Journal of the American Statistical Association 110(511)* , 1229-1238.
- Pinontoan, K. (2018). Pemodelan Single Exponential Smoothing (SES) dan Integer Autoregressive (INAR) pada Peramalan Permintaan Intermittent.

- Silva, M. E., & Oliveira, V. L. (2005). Difference Equations for the Higher Order Moments and Cumulants of the INAR(p) Model. *Journal of Chemical Information and Modelling* , 1689-1699.
- Walpole, Ronald E.; Myers, Raymond H.; dkk. (2012). *Probability & Statistic for Engineers & Scientists Ninth Edition*.
- Wei, W. W. (2006). Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods.
- Wikipedia. (2021, February 19). Retrieved February 21, 2021, from https://id.wikipedia.org/wiki/Pandemi_COVID-19_di_Indonesia