

PEMODELAN ARIMAX KASUS COVID-19 DIKAITKAN DENGAN CURAH HUJAN DI KOTA MAKASSAR

Sukarna^{1*}, Sahlan Sidjara¹, Aswi², Oktaviana¹,

¹Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar, Indonesia

*Email Korespondensi: sukarna@unm.ac.id

²Program Studi Statistika FMIPA Universitas Negeri Makassar, Indonesia

ABSTRACT

This research applies a quantitative modelling approach and focuses on ARIMAX modelling in the Covid-19 case associated with rainfall in Makassar City. Data were obtained from the government's official website for daily confirmed case data of Covid-19 and rainfall (from June 25, 2020 to January 15, 2022). Rainfall is measured in mm which is the independent variable (X_t), and confirmed Covid-19 as the dependent variable (Z_t). The objective of this research is to obtain the best ARIMAX that informs the effect of rainfall intensity (X_t) on the cases of confirmed number of Covid-19 (Z_t). This best model used the criteria that all parameters are significant, the residuals involved the white noise assumption and the best criteria measured from the smallest value of AIC. The best model in this study is ARIMAX(3,0,5), with the smallest AIC value of 7,220,96. The study results indicate that rainfall (X_t) has no significant effect on the number of confirmed Covid-19 (X_t) in Makassar City.

Keywords: ARIMAX, Covid-19, rainfall, Makassar.

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan pendekatan pemodelan kuantitatif (*quantitative modelling approach*) dan membahas pemodelan ARIMAX pada kasus Covid-19 dikaitkan dengan curah hujan di Kota Makassar. Data harian kasus terkonfirmasi Covid-19 diperoleh dari website resmi pemerintah dan data curah hujan (mulai Tanggal 25 Juni 2020 s/d 15 Januari 2022) juga dari website resmi. Curah Hujan diukur dalam mm yang merupakan variabel bebas (X_t), dan terkonfirmasi Covid-19 sebagai variabel terikat (Z_t). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model ARIMAX terbaik yang menginformasikan pengaruh intensitas curah hujan (X_t) terhadap jumlah kasus terkonfirmasi Covid-19 (Z_t). Model terbaik ini memenuhi kriteria bahwa signifikannya semua parameter, asumsi *white noise* residual terpenuhi dan kriteria terbaiknya menggunakan nilai AIC. Model terbaik yang diperoleh dalam penelitian ini adalah ARIMAX(3,0,5), dengan nilai AIC terkecil sebesar 7.220,96. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa Curah Hujan (X_t) tidak dapat dikatakan berpengaruh signifikan terhadap jumlah terkonfirmasi Covid-19 (Z_t) di Kota Makassar.

Kata kunci: ARIMAX, Covid-19, Curah hujan, Makassar

1. PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) menginformasikan bahwa wabah Covid-19 yang mulanya menyebar di Tiongkok dan menjadi perhatian internasional (Sohrabi et al., 2020; Yulia et al., 2021). Wabah ini menyebar secara cepat ke seluruh dunia dan menyebabkan puluhan bahkan ratusan ribu kematian, sehingga diputuskan sebagai pandemi global oleh WHO per-tanggal 12 Maret 2020 (Ciotti et al., 2020; Mariana, 2020). Covid-19 dapat menyerang saluran pernafasan manusia (Vargas, 2020) dan pasien nampak seperti terinfeksi gejala umum seperti demam, batuk serta kembung bahkan bisa lebih berbahaya dari MERS-CoV dan SARS-CoV (Shereen et al., 2020; Sukarna et al., 2021; Susilo et al., 2020). Pada 31 Agustus 2020, WHO menyatakan bahwa lebih dari 25 juta kasus yang dikonfirmasi (25.094.338) dan 844.060 kematian akibat penyakit Covid-19 dilaporkan di seluruh dunia

(Hossain et al., 2021).

Indonesia berada pada urutan ke-24 terbesar dunia dan ke-9 Asia yang memiliki penderita terkonfirmasi Covid-19 dan lebih dari 400 kota (dari 514 kota) di seluruh Indonesia telah terinfeksi. Berdasarkan data BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) per 10 Mei 2020, jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 sebanyak 14.032 orang, yang sembuh setelah menjalani perawatan sebanyak 2.698 orang dan yang meninggal dunia sebanyak 973 orang. Penyebaran Covid-19 di Sulawesi Selatan merupakan yang terbesar di luar Jawa yang menempati urutan ketiga dari seluruh provinsi di Indonesia (Latief et al., 2021; Sari et al., 2021; Sukarna et al., 2021). Pada tanggal 19 Maret 2020, Gubernur Sulawesi Selatan (Sari et al., 2021) mengumumkan dua orang telah terjangkit virus Covid-19. Salah satu pasien terkonfirmasi kasus Covid-19 merupakan mahasiswa dari Jakarta dan warga yang baru datang dari ibadah umroh. Setiap hari semakin bertambah korban yang terinfeksi Covid-19 (Sumandiyar & Nur, 2020). Kecepatan penularan kasus Covid-19 Kota Makassar disebabkan karena dikenal sebagai daerah terbuka (Latief et al., 2021; Sari et al., 2021) yakni sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan yang merupakan pintu gerbang Indonesia bagian timur, sehingga menjadi kota teramai di Kawasan Timur Indonesia (KTI), sehingga arus barang antar pulau, provinsi dan negara umumnya disalurkan melalui Makassar (Iqbal & Burhanuddin, 2020; Latief et al., 2021).

Virus Corona-2019 sangat mampu menyebar secara cepat melalui sembarang media (Sari et al., 2021; Wardi et al., 2014), salah satunya yaitu kondisi cuaca (Tosepu et al., 2020). Pada 26 Maret 2020, BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) dengan tim peneliti melakukan siaran pers yang menginformasikan kepada Pemerintah Indonesia terkait adanya indikasi dampak dari cuaca dan iklim dalam penyebaran pandemi Covid-19 (Pudjiastuti et al., 2020). Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Khusnia Nurul Khikmah menelaah kaitan antara covid-19 dengan cuaca (Khikmah, 2021). Khusnia Nuru Khikmah memberikan informasi secara statistik tentang adanya indikasi pengaruh iklim dan cuaca terhadap peningkatan kasus Covid-19.

Beberapa penelitian tentang Covid-19 dan berlokasi di Sulawesi Selatan adalah (1) Syahridha, Nasrum Massi, Ahyar Ahmad, Irawaty Djaharuddin melakukan asosiasi antara pulmanory Tuberculosis dengan Covid-19 (Syahridha et al., 2021), (2) Winda Sari, Iyone E. Siagian, Dina V. Rombot memberikan gambaran tentang kondisi Covid-19 di Sulawesi Selatan (Sari et al., 2021), (3) Adi Sumandiyar dan Hasruddin Nur menyoroiti tentang interaksi sosial dibawah penyebaran Covid-19 (Sumandiyar & Nur, 2020), (4) Muhammad Iqbal Latief, Hasbi, Riri Amandaria menyarankan bentuk kerjasama dalam mengentaskan kemiskinan di masa pandemi Covid-19, (5) Muhammad Arif Tiro, Ruliana, Aswi mendeskripsi kondisi literasi mahasiswa di era pandemi Covid-19 (Tiro et al., 2020). Lima penelitian ini cukup sebagai alasan mendesak dalam upaya membantu pemerintah atau masyarakat dalam mengatasi problem yang berkaitan dengan Covid-19.

Beberapa pendekatan atau model yang telah diterapkan di Sulawesi Selatan adalah (1) pola penyebaran covid-19 menggunakan pendekatan spasio-temporal pada visualisasi peta (Resha et al., 2019), (2) analisis korelasi spasial pada penderita kusta (Sukarna, Sanusi, et al., 2020), (3) analisis spasial pada penyakit menular (Sukarna, Awi, et al., 2020), (4) peramalan curah hujan menggunakan ARIMA dan Kalman Filter (Sukarna et al., 2021), (5) regresi spasial (Putri et al., 2018), (6) analisis spasial menggunakan LISA (Aswi et al., 2015), (7) efek faktor klimatik menggunakan model Bayesian Spatio-Temporal (Aswi et al., 2021), (8) pendekatan Bayesian spasial dan spatio-temporal (Aswi et al., 2019), dan (9) membandingkan beberapa model CAR Bayes di Makassar (Aswi et al., 2020). Kesembilan penelitian ini belum ada satupun yang menggunakan ARIMAX.

Beberapa penerapan ARIMAX dalam penelitian diantaranya adalah (1) ARIMAX untuk memprediksi keuntungan jangka panjang (Andrews et al., 2013), (2) ARIMAX dan SARIMAX dalam meramalkan uang kartal Bank Indonesia (Amalia et al., 2021), (3) ARIMAX dalam meramalkan penyakit biji coklat di pada *Cocoa Research and Development Madai*, Sabah Malaysia (Ling. et al., 2019), (4) model ARIMAX dan fungsi transfer untuk curah hujan (Wijayanti et al., 2021). Diantara penelitian ini belum ada yang menelaah tentang keterkaitan antara covid-19 dengan variabel lain menggunakan pendekatan model ARIMAX.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait dengan pengaruh cuaca terhadap kasus Covid-19, seperti yang dilakukan oleh (Tosepu et al., 2020) pada tahun 2020 diperoleh bahwa faktor cuaca menjadi salah satu pemicu penyebaran Covid-19. Sebuah studi baru juga meneliti dampak cuaca terhadap penularan Covid-19 untuk pertama kalinya di lima negara Asia Selatan dengan parameter cuaca, yaitu curah hujan, kecepatan angin maksimum, polutan udara dan suhu. Keempat variabel ini (Hossain et al., 2021) yang dapat berperan penting dalam penularan Covid-19, menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variables* (ARIMAX). Kedua penelitian ini tidak dilaksanakan di Sulawesi Selatan.

Oleh karena itu, peneliti menganggap penting untuk menerapkan model ARIMAX dalam menduga atau meramalkan kondisi berpengaruh dan keadaan berikutnya pada kasus Covid-19 di Makassar (ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan). Model ARIMAX adalah salah satu model deret waktu yang merupakan perluasan model deret waktu (*time series*) ARIMA dengan menambahkan variabel *exogenous* (Nurfriti et al., 2020). Model ARIMAX yang digunakan untuk melakukan peramalan dengan jangka panjang yaitu peramalan dalam bidang meteorologi dan klimatologi juga dapat dilakukan untuk peramalan penyakit yang dipengaruhi oleh faktor meteorologis seperti pengaruh atau hubungan antara cuaca dan Covid-19 (Hossain et al., 2021). Pada penelitian ini melihat pengaruh atau hubungan satu peubah cuaca (curah hujan) terhadap penyakit Covid-19 dengan menggunakan model ARIMAX.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan *quantitative modelling approach* (Castiglione et al., 2018) yang diterapkan pada penelitian ini dengan menggunakan data Covid-19 dan curah hujan kota Makassar. Tujuan dari penelitian yakni untuk memodelkan kedua variabel tersebut menggunakan ARIMAX untuk mendapatkan model terbaik dan digunakan mengidentifikasi pengaruh curah hujan terhadap kasus terkonfirmasi Covid-19. Data sekunder yang digunakan adalah data terkonfirmasi Covid-19 dan data curah hujan di Kota Makassar tahun 2020-2022. Variabel yang digunakan terdiri atas variabel dependen kasus terkonfirmasi Covid-19 (Z_t) dan variabel independen curah hujan (X_t).

Secara lebih rinci, Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

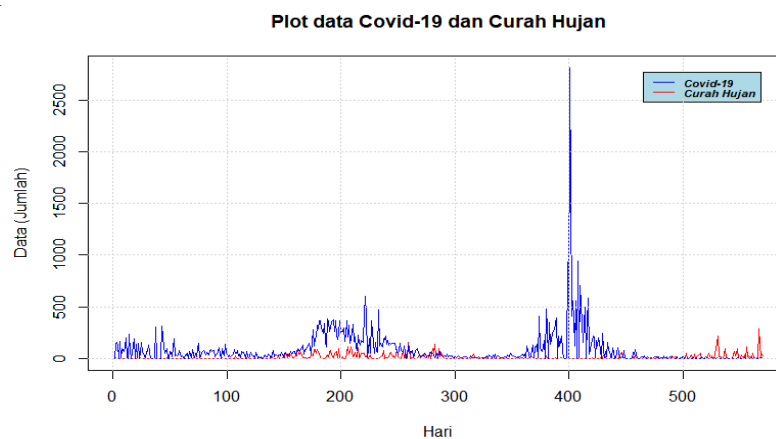
- Mengambil atau mengumpulkan data kasus terkonfirmasi Covid-19 dan data curah hujan di Kota Makassar
- Membuat plot data deret waktu dari data Covid-19 dan data curah hujan
- Mengidentifikasi kestasioneran data dengan melihat plot data deret waktu, plot ACF serta melakukan uji ADF. Differencing dilakukan jika data belum stasioner dalam rata-rata dan transformasi dilakukan bila belum stasioner dalam variansi.
- Menentukan model dugaan sementara model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF dari residu model regresi yang sudah stasioner

- e. Mengestimasi model ARIMA dan uji signifikansi parameter
- f. Melakukan pemeriksaan diagnostik pada model ARIMA menggunakan uji *Ljung-Box*
- g. Memilih model terbaik berdasarkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) terkecil
- h. Pemilihan model ARIMAX terbaik dengan estimasi dan uji signifikansi parameter serta pemeriksaan diagnostik model
- i. Melakukan peramalan dan membuat kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Statistika Deskriptif Data

Data harian terkonfirmasi Covid-19 dan data curah hujan yang digunakan mulai dari Tanggal 25 Juni 2020 s/d 15 Januari 2022 berjumlah sebanyak 570 data yang disajikan pada Gambar 1 seperti berikut:



GAMBAR 1. Plot Deret Waktu Data Covid-19 dan Curah Hujan di Kota Makassar

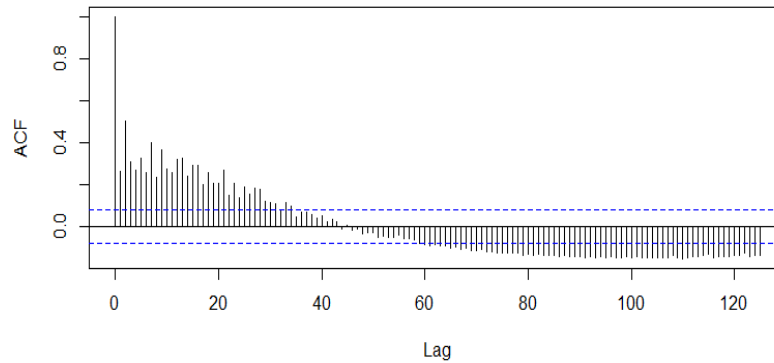
Pada Gambar 1 nampak bahwa kasus terkonfirmasi Covid-19 yang terjadi di Kota Makassar pada akhir Tahun 2020 hingga Februari 2021 (yaitu sekitar hari ke-175 sampai dengan hari ke-239) mengalami peningkatan kasus. Adapun, curah hujan terlihat juga meningkat dengan datangnya musim penghujan di akhir Tahun 2020 (hari ke-151) hingga awal Tahun 2021 (April, hari ke-288). Kemudian, pada Bulan April hingga pertengahan Juni 2021 (hari ke-289 sampai dengan hari ke-366) kasus terkonfirmasi Covid-19 dan pola data curah hujan terjadi penurunan, sehingga terlihat adanya hubungan curah hujan (X_t) terhadap Covid-19 (Z_t). Namun, pada hari-hari berikutnya (yakni hari ke-401) pada akhir bulan Juli 2021 kasus terkonfirmasi Covid-19 mengalami peningkatan drastis (sebanyak 2816 kasus) dan tidak diikuti oleh pola curah hujan (yang mana stabil). Sebaliknya, pada awal bulan November 2021 (hari ke-503) memasuki musim penghujan (hujan mulai deras) hingga pada 12 Januari 2022 (mencapai titik tertinggi sebesar 290 mm) yang menandakan hujan ekstrem atau lebat sekali, namun juga tidak diikuti oleh pola meningkatnya kasus Covid-19 (adapun terjadi penurunan signifikan kasus terkonfirmasi).

3.2. Identifikasi Kestasioneran Data

Berdasarkan plot data Covid-19 (Z_t) pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa plot data memiliki pola yang berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata dan variansi yang konstan seiring bertambahnya periode waktu. Oleh karena itu, maka data dapat dikatakan stasioner dan tidak perlu dilakukan *differencing*. Namun, dengan memperhatikan plot *Autocorrelation Function* (ACF) pada Gambar 2, terlihat bahwa pada lag ke-46 plot ACF baru mendekati nol secara

konstan. Sehingga, berdasarkan plot ACF data Covid-19 (Z_t) belum dapat dikatakan stasioner dan perlu untuk dilakukan proses *differencing*.

Series Covid - 19



GAMBAR 2. Plot Deret Waktu Data Covid-19 di Kota Makassar

Nilai ACF untuk variabel dependen Z_t diperoleh dengan perhitungan seperti berikut:

- a. Nilai rata-rata data keseluruhan adalah:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n z_t = 82$$

- b. Nilai ACF, dengan $k=1$ adalah:

$$\hat{\rho}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{570-1} (z_t - \bar{z})(z_{t+1} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^{570} (z_t - \bar{z})^2} = 0,266$$

Untuk $k=2$ diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_2 = \frac{\sum_{t=1}^{570-2} (z_t - \bar{z})(z_{t+2} - \bar{z})}{\sum_{t=1}^{570} (z_t - \bar{z})^2} = 0,504$$

Selanjutnya, dihitung untuk $k=30$ maka diperoleh ACF seperti Tabel 1 berikut:

TABEL 1. Nilai ACF Data Covid-19

| Lag | ACF | Lag | ACF |
|-----|-------|-----|-------|
| 1 | 0,266 | 16 | 0,295 |
| 2 | 0,504 | 17 | 0,200 |
| 3 | 0,309 | 18 | 0,258 |
| ... | ... | ... | ... |
| 13 | 0,329 | 28 | 0,175 |
| 14 | 0,239 | 29 | 0,123 |
| 15 | 0,295 | 30 | 0,116 |

Untuk memperkuat kesimpulan identifikasi data, maka dilakukan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) yang selanjutnya dibandingkan nilai p dan nilai probabilitas α (5% atau 0,05).

TABEL 2. Nilai Uji ADF Data Covid-19

| Statistik Uji | Nilai |
|----------------------|---------|
| <i>Dickey-Fuller</i> | -3.5274 |
| <i>P-Value</i> | 0,0397 |

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa nilai- p $0,03967 < \alpha = 0,05$ dimana kriteria keputusan tolak H_0 . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa data memenuhi kriteria stasioner dalam rata-rata maupun varian. Hasil uji ADF yang didapatkan bertentangan dengan identifikasi data dimana data harus dilakukan proses *differencing* karena pada plot ACF tidak memenuhi kriteria kestasioneran sebuah data. Dengan itu, akan dilakukan dua percobaan untuk menentukan model sementara. Pertama adalah dengan menggunakan fungsi auto arima dan yang kedua yaitu melakukan proses *differencing* terlebih dahulu pada data Covid-19 (Z_t).

3.3. Menentukan Model Sementara

Identifikasi model ARIMA(p, d, q) terlebih dahulu dengan menentukan p, q dugaan sementara dari hasil uji data yang terbentuk dari data Covid-19. Pengidentifikasi model ARIMA sementara dapat ditentukan berdasarkan auto arima dan mempertimbangkan estimasi model yang diperoleh berdasarkan plot ACF dan PACF.

Nilai koefisien setiap lag pada plot PACF dapat diperoleh hasil perhitungan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi_{11} = \hat{\rho}_1 = 0,266$$

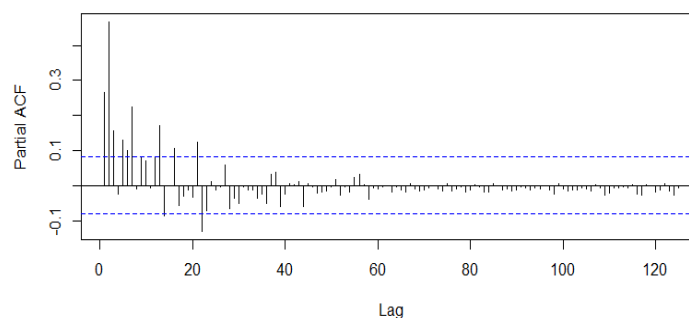
$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \hat{\rho}_1 \\ \hat{\rho}_1 & \hat{\rho}_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \hat{\rho}_1 \\ \hat{\rho}_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0,266 \\ 0,266 & 0,504 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 0,266 \\ 0,266 & 1 \end{vmatrix}} = 0,266$$

Perhitungan dilakukan hingga lag ke-30 dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 3 lalu dibuatlah plot PACF seperti pada Gambar 3.

TABEL 3. Nilai PACF Data Covid-19

| Lag | PACF | Lag | PACF | Lag | PACF |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 1 | 0,266 | 11 | -0,008 | 21 | 0,122 |
| 2 | 0,466 | 12 | 0,078 | 22 | -0,130 |
| 3 | 0,156 | 13 | 0,172 | 23 | -0,073 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 8 | -0,009 | 18 | -0,030 | 28 | -0,067 |
| 9 | 0,080 | 19 | -0,014 | 29 | -0,035 |
| 10 | 0,072 | 20 | 0,032 | 30 | -0,052 |

Series Covid - 19



Gambar 3. Plot PACF Data Covid-19

Plot ACF (Gambar 2) dan plot PACF (Gambar 3) tentang data Covid-19 (Z_t), terlihat bahwa terdapat lag yang melewati batas konfidensi sehingga pendugaan orde model ARIMA telah dapat dilakukan. Pada Gambar 2 plot ACF data Covid-19 menunjukkan bahwa plot data telah ada yang keluar dari batas pita konfidensi atau dapat data dikatakan signifikan jika melewati batas konfidensi. Kemudian, untuk plot PACF pada Gambar 3 terlihat pada lag ke-1, 2, 3, 5, 6 dan 7 keluar dari batas pita konfidensi. Diketahui bahwa pada variabel Z_t dilakukan tanpa proses *differencing* sehingga nilai dari orde d diperoleh sama dengan nol ($d=0$). Kemudian, dari kedua plot ACF dan PACF dapat ditentukan dugaan sementara model ARIMA yaitu ARIMA(3,0,5), ARIMA(1,0,5), ARIMA(3,0,2), ARIMA(3,0,4) dan ARIMA(1,0,3). Untuk mendukung hasil yang diperoleh maka perlu dilakukan pengujian selanjutnya yaitu estimasi parameter model dan melakukan uji signifikansi terhadap parameter model yang diperoleh. Hasil dugaan model sementara yang diperoleh disajikan pada Tabel 4.

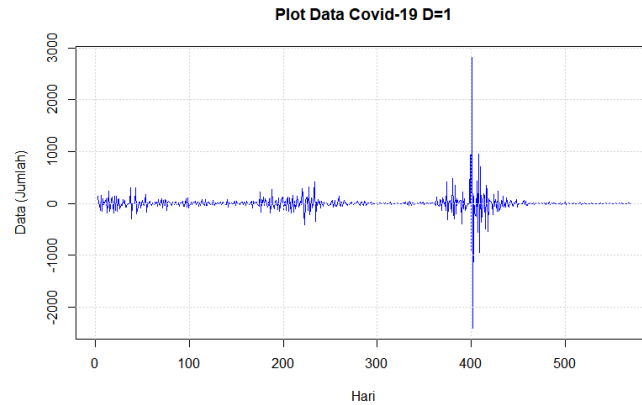
TABEL 4. Dugaan Parameter Model Sementara

| <i>Dependent variable: Covid-19</i> | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | ARIMA(3,0,5) | ARIMA(1,0,5) | ARIMA(3,0,2) | ARIMA(3,0,4) | ARIMA(1,0,3) |
| ar1 | 0,97*** (0,09) | 0,97*** (0,01) | -0,61*** (0,09) | -0,09 (0,14) | 0,98*** (0,01) |
| ar2 | 0,82*** (0,07) | - | 0,71*** (0,07) | 0,89*** (0,04) | - |
| ar3 | -0,80*** (0,09) | - | 0,44*** (0,05) | 0,15 (0,13) | - |
| ma1 | -0,95*** (0,09) | -0,96*** (0,04) | 0,69*** (0,11) | 0,12 (0,13) | -0,95*** (0,04) |
| ma2 | -0,47*** (0,08) | 0,37*** (0,06) | -0,24** (0,12) | -0,49*** (0,05) | 0,39*** (0,06) |
| ma3 | 0,55*** (0,08) | -0,27*** (0,06) | - | 0,004 (0,10) | -0,29*** (0,04) |
| ma4 | -0,40*** (0,06) | -0,05 (0,06) | - | -0,28*** (0,05) | - |
| ma5 | 0,33*** (0,04) | 0,08* (0,04) | - | - | - |
| intercept | 80,33*** (29.33) | 79,88** (35.18) | 81,37*** (18.21) | 77,59** (35.54) | 78,78** (35.71) |
| Observations | 570 | 570 | 570 | 570 | 570 |
| AIC | 7,220,96 | 7,232.24 | 7,255.91 | 7,227.83 | 7,231.56 |

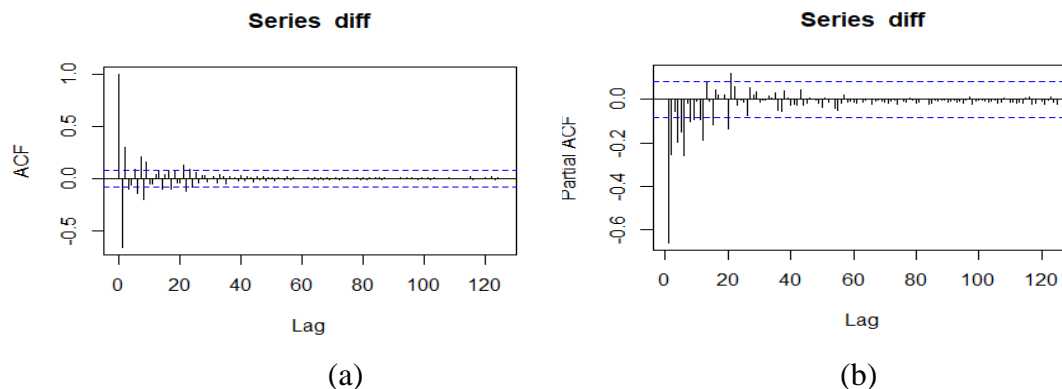
Note: *, **, *** <0,01

Selanjutnya yaitu menentukan model ARIMA sementara berdasarkan dengan data yang telah dilakukan proses *differencing*. Diperoleh pada plot data Covid-19 (Z_t) setelah *differencing* lebih terlihat bahwa data memiliki pola yang berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata dan variansi yang konstan seiring bertambahnya periode waktu. Dengan demikian data telah

memenuhi syarat kestasioneran data. Hasil plot data setelah *differencing* disajikan pada Gambar 4. Kemudian, dilakukan identifikasi data berdasarkan plot ACF dan PACF data setelah *differencing* pada Gambar 5(a) dan 5(b) sebagai berikut:



GAMBAR 4. Plot Data Covid-19 setelah proses *Differencing*



GAMBAR 5. Plot (a) Plot ACF, (b) Plot PACF Setelah Proses *Differencing*.

Adapun berdasarkan hasil uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) data setelah *differencing* pada Tabel 5 diperoleh nilai *Dickey-Fuller* sebesar -12,919 dan nilai-*p* sebesar 0,01 yang lebih kecil dari nilai probabilitas ($0,01 < 0,05$). Berdasarkan hipotesis dari uji ADF keputusan tolak H_0 yang berarti bahwa data telah stasioner.

TABEL 5. Nilai Uji ADF Data Covid-19 *Differencing*

| Statistik Uji | Nilai |
|----------------------|---------|
| <i>Dickey-Fuller</i> | -12,919 |
| <i>p-value</i> | 0,01 |

Selanjutnya yaitu identifikasi model ARIMA dugaan sementara berdasarkan data yang telah dilakukan proses *differencing* dan hasil uji data yang terbentuk dari data Covid-19 serta memperhatikan plot ACF dan PACF setelah proses *differencing* sehingga diperoleh nilai $d=1$. Berdasarkan plot ACF pada Gambar 5(a) terlihat bahwa pada lag 1, 2, 3 dan 6 melewati batas pita konfidensi dan pada plot PACF menunjukkan bahwa plot data telah ada yang keluar dari batas pita konfidensi atau dapat dikatakan data signifikan. Dari plot ACF dan PACF tersebut dapat ditentukan dugaan sementara model ARIMA yaitu ARIMA(0,1,6) dan ARIMA(0,1,3).

3.4. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model

Hasil estimasi nilai parameter model dalam uji signifikansi pada model ARIMA sementara dengan hipotesis.

H_0 : Parameter model tidak signifikan

H_1 : Parameter model signifikan

Daerah penolakan H_0 jika $|thitung| > t_{\alpha/2}$; $df = n - np$, np adalah banyaknya parameter atau dengan menggunakan nilai- p yakni H_0 jika nilai p -value $< \alpha$ (nilai $\alpha = 0,1$). Nilai estimasi parameter dan p -value untuk uji signifikansi model-model disajikan pada Tabel 6.

TABEL 6. Nilai Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Sementara

| Model | Parameter | Estimasi | Se Estimasi | P-value |
|---------|-----------|----------|-------------|------------|
| (3,0,5) | AR 1 | 0,9723 | 0,0889 | 0,0000* |
| | AR 2 | 0,8187 | 0,0702 | 0,0000* |
| | AR 3 | -0,8009 | 0,0856 | 0,0000* |
| | MA 1 | -0,9532 | 0,0898 | 0,0000* |
| | MA 2 | -0,4725 | 0,0791 | 2,373e-09* |
| | MA 3 | 0,5519 | 0,0796 | 4,067e-12* |
| | MA 4 | -0,4027 | 0,0550 | 2,519e-13* |
| | MA 5 | 0,3297 | 0,0392 | 0,0000* |
| (1,0,5) | AR 1 | 0,9747 | 0,0116 | 0,0000* |
| | MA 1 | -0,9649 | 0,0437 | 0,0000* |
| | MA 2 | 0,3747 | 0,0586 | 1,603e-10* |
| | MA 3 | -0,2715 | 0,0610 | 8,528e-06* |
| | MA 4 | -0,0503 | 0,0596 | 0,39912 |
| | MA 5 | 0,0773 | 0,0433 | 0,07386 |
| (3,0,2) | AR 1 | -0,6129 | 0,0925 | 3,470e-11* |
| | AR 2 | 0,7142 | 0,0691 | 0,0000* |
| | AR 3 | 0,4403 | 0,0502 | 0,0000* |
| | MA 1 | 0,6919 | 0,1098 | 2,908e-10* |
| | MA 2 | -0,2436 | 0,1153 | 0,03463* |
| | | | | |
| (3,0,4) | AR 1 | -0,0866 | 0,1355 | 0,52305* |
| | AR 2 | 0,8872 | 0,0361 | 0,0000* |
| | AR 3 | 0,1470 | 0,1276 | 0,24963 |
| | MA 1 | 0,1220 | 0,1293 | 0,34539 |
| | MA 2 | -0,4943 | 0,0519 | 0,0000* |
| | MA 3 | 0,0038 | 0,1033 | 0,97087 |
| | MA 4 | -0,2831 | 0,0464 | 1,055e-09* |
| | | | | |
| (1,0,3) | AR 1 | 0,9769 | 0,0110 | 0,0000* |
| | MA 1 | -0,9530 | 0,0411 | 0,0000* |
| | MA 2 | 0,3950 | 0,0555 | 1,121e-12* |
| | MA 3 | -0,2886 | 0,0412 | 2,426e-12* |

Keterangan: tanda * pada p -value berarti signifikan

Untuk mengidentifikasi ketepatan model tentatif awal, maka dilakukan pengujian signifikansi parameter. Berdasarkan hasil uji signifikansi dugaan parameter model sementara pada Tabel 6 terlihat bahwa model ARIMA(3,0,5), ARIMA(3,0,2) dan ARIMA(1,0,3) memiliki nilai estimasi yang signifikan disemua parameter. Kemudian hasil uji signifikansi untuk model ARIMA(0,1,6) dan ARIMA(0,1,3) yang diperoleh dengan data proses

differencing ditampilkan pada Tabel 7 yang menunjukkan bahwa ARIMA(0,1,3) merupakan model yang semua nilai parameter-nya signifikan.

TABEL 7. Nilai Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Setelah *Differencing*

| Model | Parameter | Estimasi | AIC | P-value | Keterangan |
|---------|-----------|------------|----------|-----------|------------------|
| (0,1,6) | MA 1 | -0,9865328 | 7.222,88 | 0,0000 | signifikan |
| | MA 2 | 0,3933043 | | 1,288e-10 | signifikan |
| | MA 3 | -0,3119569 | | 5,430e-06 | signifikan |
| | MA 4 | 0,0018644 | | 0,9797 | tidak signifikan |
| | MA 5 | -0,0233827 | | 0,7740 | tidak signifikan |
| | MA 6 | 0,0771572 | | 0,1605 | tidak signifikan |
| (0,1,3) | MA 1 | -0,965947 | 7.221,7 | 0,0000 | signifikan |
| | MA 2 | 0,396157 | | 1,603e-10 | signifikan |
| | MA 3 | -0,295710 | | 8,528e-06 | signifikan |

3.5. Uji Asumsi Residual

Pemeriksaan terhadap ketepatan model yang diperoleh dengan melakukan uji asumsi residual. Pada tahap ini akan diperiksa apakah residual telah *white noise* atau belum. Jika $p\text{-value} > \alpha$ (0,1), maka menunjukkan bahwa data sudah *white noise*, sedangkan kenormalan residual menggunakan hipotesis awal residual data berdistribusi normal, sehingga gagal tolak H_0 ketika $p\text{-value} > \alpha$ (0,1). Berdasarkan hasil uji *white noise* dengan statistik Box-Ljung test pada Tabel 8 terlihat bahwa semua model telah memenuhi asumsi residual *white noise* yaitu tolak H_0 dengan $p\text{-value} > \alpha$ (0,1) dan dari model tersebut akan dipilih model terbaik.

TABEL 8. Hasil Uji Statistik Box-Ljung test

| Box-Ljung test | | |
|----------------|-----------|---------|
| Model | X-squared | P-value |
| ARIMA(3,0,5) | 0,1282 | 0,7203 |
| ARIMA(1,0,5) | 0,0092 | 0,9237 |
| ARIMA(3,0,2) | 0,043 | 0,8357 |
| ARIMA(3,0,4) | 0,0001 | 0,9918 |
| ARIMA(1,0,3) | 0,0095 | 0,9222 |

Kemudian berdasarkan Tabel 7 model yang diperoleh dengan proses *differencing* yaitu model ARIMA(0,1,6) dan ARIMA(0,1,3) dari hasil uji statistik Box-Ljung test pada Tabel 9 terlihat bahwa kedua model memenuhi asumsi residual *white noise* yaitu tolak H_0 dengan $p\text{-value} > \alpha$ (0,1) dan dari model tersebut akan dipilih model terbaik. Hasil uji asumsi residual dengan statistik Box-Ljung pada model setelah *differencing* ditampilkan pada Tabel 9 sebagai berikut:

TABEL 9. Hasil Uji Statistik Box-Ljung test Model setelah *Differencing*

| Box-Ljung test | | |
|----------------|-----------|---------|
| Model | X-squared | P-value |
| ARIMA(0,1,6) | 0,0169 | 0,8963 |

ARIMA(0,1,3) 0,0101 0,9201

3.6. Pemilihan Model ARIMAX Terbaik

Pemilihan model ARIMAX terbaik dapat dilakukan dengan melihat nilai AIC terkecil dari semua tentatif model yang telah dilakukan uji signifikansi parameter dan memenuhi asumsi *white noise*. Model-model yang diperoleh yaitu ARIMA(3,0,5), ARIMA(3,0,2) dan ARIMA(1,0,3) berdasarkan hasil uji statistik dengan Box-Ljung test pada Tabel 8. Dari Tabel 4 diperoleh bahwa model ARIMA(3,0,5) merupakan model dengan nilai AIC terkecil diantara model lainnya yaitu 7.220,96 yang berarti model ARIMA(3,0,5) merupakan model terbaik. Kemudian dari identifikasi data berdasarkan plot ACF dan PACF data dan hasil uji statistik model setelah *differencing* berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 9 diperoleh bahwa model ARIMA(0,1,3) merupakan model terbaik yang telah memenuhi asumsi *white noise* dengan nilai AIC terkecil yaitu 7.221,7 dibandingkan dengan model ARIMA(0,1,6).

Berdasarkan uraian di atas diketahui bahwa model ARIMA(3,0,5) yang diperoleh tanpa *differencing* yaitu dengan menggunakan fungsi auto arima dengan memperhatikan estimasi model berdasarkan plot ACF dan PACF merupakan model terbaik dibandingkan dengan model ARIMA(0,1,3) yang diperoleh dengan melakukan proses *differencing*. Dengan prinsip parsimoni yang merupakan suatu prinsip yang menyatakan bahwa semakin sederhana sebuah model statistik maka akan semakin baik pula model yang diperoleh (Sansom et al., 2018; Tenenbaum & Filho, 2016) serta kriteria nilai AIC, diperoleh bahwa model ARIMA(3,0,5) memiliki model yang lebih sederhana dibandingkan dengan model ARIMA(0,1,3).

Dengan menambahkan variabel *exogenous* yakni variabel independen (X_t) yang merupakan data curah hujan ke dalam model ARIMA(3,0,5) sehingga diperoleh model terbaik ARIMAX yaitu model ARIMAX(3,0,5).

3.7. Estimasi Model ARIMAX terbaik

Dari model ARIMAX terbaik yang diperoleh kemudian dilakukan pemeriksaan estimasi model ARIMAX(3,0,5) untuk melihat apakah variabel *exogenous* data curah hujan (X_t) berkorelasi signifikan atau tidak terhadap variabel dependen (Z_t) yakni data Covid-19.

TABEL 10. Estimasi Model ARIMAX(3,0,5)

| Parameter | Estimasi | Se Estimasi | P-value | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|-----------|----------------|
| AR1 | 0,9646 | 0,0928 | 2,2e-16 | signifikan |
| AR2 | 0,8209 | 0,0694 | 2,2e-16 | signifikan |
| AR3 | -0,7957 | 0,0893 | 2,2e-16 | signifikan |
| MA1 | -0,9458 | 0,0936 | 2,2e-16 | signifikan |
| MA2 | -0,4747 | 0,0785 | 1,450e-09 | signifikan |
| MA3 | 0,5482 | 0,0812 | 1,486e-11 | signifikan |
| MA4 | -0,4012 | 0,0550 | 2,997e-13 | signifikan |
| MA5 | 0,3290 | 0,0394 | 2,2e-16 | signifikan |
| Xreg | -0,0174 | 0,2194 | 0,9368 | tdk signifikan |

Estimasi parameter model ARIMAX(3,0,5) pada Tabel 10 dan hasil diagnostik model dengan uji statistik Box-Ljung test pada Tabel 11 dimana model ARIMAX(3,0,5) telah memenuhi asumsi residual *white noise* yaitu tolak H_0 dengan $p\text{-value} > \alpha$ (0,1). Diperoleh

berdasarkan Tabel 10 bahwa nilai parameter x_{reg} (variabel *exogenous*) yaitu sebesar -0.0174 dengan p -value $0.9368 > 0,05$ yang berarti bahwa variabel *exogenous* (X_t) tidak signifikan dalam model ARIMAX(3,0,5).

TABEL 11. Hasil Uji Statistik Box-Ljung test Model ARIMAX(3,0,5)

| Box-Ljung test | | |
|----------------|-----------|---------|
| Model | X-squared | P-value |
| ARIMAX(3,0,5) | 47,967 | 0,0108 |

Dari Tabel 10 estimasi model ARIMAX(3,0,5) yaitu data Covid-19 dan penambahan variabel *exogenous* curah hujan (X_t) diperoleh persamaan model ARIMAX sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = a_1 X_{1,t} + \theta_q(B) e_t$$

atau

$$Z_t = a_1 X_{1,t} + a_2 X_{2,t} + \dots + a_k X_{k,t} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)(1-B)^d} e_t$$

sehingga berdasarkan model ARIMAX(3,0,5) diperoleh persamaan dalam bentuk matematika sebagai berikut:

$$Z_t = -0,0174 X_{1,t} + \frac{(1-\theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 - \theta_4 B^4 - \theta_5 B^5)}{(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3)(1-B)^0} e_t$$

$$Z_t = -0,0174 X_{1,t} + \frac{(1+0,9458 B + 0,4747 B^2 - 0,5482 B^3 + 0,4012 B^4 - 0,3290 B^5)}{(1-0,964 B - 0,8209 B^2 + 0,7957 B^3)(1)} e_t$$

$$Z_t = -0,0174 X_{1,t} + \frac{(1+0,9458 B + 0,4747 B^2 - 0,5482 B^3 + 0,4012 B^4 - 0,3290 B^5)}{(1-0,964 B - 0,8209 B^2 + 0,7957 B^3)} e_t$$

4. KESIMPULAN

Model ARIMAX pada kasus terkonfirmasi Covid-19 dikaitkan dengan curah hujan di Kota Makassar dari bulan Juni 2020 hingga Januari 2022 dilakukan melalui dua pendekatan model, yaitu model ARIMAX dengan tanpa differensing dan model yang melibatkan differensing. Hasil yang diperoleh dari kedua model tersebut adalah model ARIMAX tanpa melakukan proses *differencing* dengan memenuhi semua persyaratan yang diberikan, termasuk memenuhi kriteria AIC terkecil.

Model ARIMAX tersebut dilakukan uji signifikansi parameter serta memenuhi asumsi *white noise* sehingga diputuskan bahwa model ARIMAX(3,0,5) merupakan model terbaik tanpa melibatkan prinsip parsemoni sebab telah memenuhi kriteria nilai AIC terkecil yaitu sebesar 7.220,96. Kemudian, dari hasil estimasi parameter model ARIMAX tersebut diperoleh bahwa nilai parameter variabel *exogenous* sebesar -0,0174 dengan nilai p -value sebesar $0,9368 > 0,05$ menunjukkan bahwa variabel *exogenous* data curah hujan (X_t) tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen data kasus terkonfirmasi Covid-19 (Z_t) sehingga tidak perlu dilakukan peramalan.

Oleh karena itu, model ini memberikan rekomendasi bahwa curah hujan tidak berpengaruh signifikan mempengaruhi jumlah kasus terkonfirmasi Covid-19 di Kota Makassar, walaupun di tempat lain (sesuai hasil yang diperoleh oleh peneliti lain) diperoleh hasil akan signifikannya pengaruh cuaca terhadap Covid-19.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A., Zukhronah, E., & Subanti, S. (2021). Peramalan Data Inflow dan Outflow Uang Kartal Bank Indonesia Provinsi DKI Jakarta Menggunakan Model ARIMAX dan SARIMAX. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 4(2), 87. <https://doi.org/10.13057/ijas.v4i2.45673>
- Andrews, B. H., Dean, M. D., Swain, R., & Cole, C. (2013). Building ARIMA and ARIMAX Models for Predicting Long-Term Disability Benefit Application Rates in the Public / Private Sectors Sponsored by Society of Actuaries Health Section Prepared by University of Southern Maine. *Society of Actuaries*, August.
- Aswi, A., Cramb, S., Hu, W., White, G., & Mengersen, K. (2020). Spatio-Temporal Analysis of Dengue Fever in Makassar Indonesia: A Comparison of Models Based on CARBayes. In *Case Studies in Applied Bayesian Data Science, Lecture Notes in Mathematics* (Vol. 2259, pp. 229–244). Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42553-1_9
- Aswi, A., Cramb, S. M., Moraga, P., & Mengersen, K. (2019). Bayesian spatial and spatio-temporal approaches to modelling dengue fever: A systematic review. *Epidemiology and Infection*, 147(e33), 1–14. <https://doi.org/10.1017/S0950268818002807>
- Aswi, A., Sukarna, S., Cramb, S., & Mengersen, K. (2021). Effects of Climatic Factors on Dengue Incidence: A Comparison of Bayesian Spatio-Temporal Models. *Journal of Physics: Conference Series*, 1863(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1863/1/012050>
- Aswi, Zaki, A., & Hijrayanti. (2015). Spatial Analysis of The Spread of Tuberculosis using Local Indicator of Spatial Association (LISA) in Makassar, Indonesia. *ICSMTR*, 182–192. [http://repositori.uin-alauddin.ac.id/1455/1/Proceeding ICSMTR.pdf](http://repositori.uin-alauddin.ac.id/1455/1/Proceeding%20ICSMTR.pdf)
- Castiglione, F., Mancini, E., Pedicini, M., & Jarrah, A. S. (2018). Quantitative modelling approaches. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology: ABC of Bioinformatics*, 1–3(January), 874–883. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20454-8>
- Ciotti, M., Ciccozzi, M., Terrinoni, A., Jiang, W. C., Wang, C. Bin, & Bernardini, S. (2020). The COVID-19 pandemic. In *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences* (Vol. 57, Issue 6, pp. 365–388). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1783198>
- Hossain, M. S., Ahmed, S., & Uddin, M. J. (2021). Impact of weather on COVID-19 transmission in south Asian countries: An application of the ARIMAX model. *Science of the Total Environment*, 761. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143315>
- Iqbal, A., & Burhanuddin, E. a. (2020). Merajut Asa di Tengah Pandemi Covid-19. In *Deepublish, Yogyakarta*, . Deepublish.
- Khikmah, K. N. (2021). Penerapan Principal Component Analysis dalam Penentuan Faktor Dominan Cuaca Terhadap Penyebaran Covid-19 di Surabaya. *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, 2(1), 11–18. <https://doi.org/10.20956/ejsa.v2i1.11943>
- Latief, M. I., Hasbi, & Amandaria, R. (2021). Collaboration in handling COVID-19 toward people in poverty line: study case in Makassar. *Gaceta Sanitaria*, 35(S1), S30–S32. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.12.009>
- Ling., A. S. C., Darmesah, G., Chong, K. P., & Ho, C. M. (2019). Application of ARIMAX model to forecast weekly cocoa black pod disease incidence. *Mathematics and Statistics*, 7(4), 29–40. <https://doi.org/10.13189/ms.2019.070705>
- Mariana, N. (2020). *Coronavirus disease 2019 (COVID-19)* (Vol. 2019, Issue April).

- Nurfitri, Yundari, & Martha, S. (2020). Pemodelan Data Runtun waktu dengan ARIMAX. *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 9(1), 129–136. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v9i1.38667>
- Pudjiastuti, S. R., S., & Hadi, N. (2020). The Effect of Corona Virus on The Global Climate. *JHSS (Journal of Humanities and Social Studies)*, 4(2), 130–136. <https://doi.org/10.33751/jhss.v4i2.2456>
- Putri, A. A., Sanusi, W., & Sukarna. (2018). Model Regresi Spasial dan Aplikasinya pada Kasus Tingkat Kemiskinan Kabupaten Soppeng. *Indonesian Journal of Fundamental Science*, 4(2), 102–109.
- Resha, M., Suyuti, A., Sadjad, R. S., & Niswar, M. (2019). Mapping the Pattern of Spread of Tuberculosis Cases using Spatio-Temporal Approach in Makassar - South Sulawesi. *International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: Emerging Trends in Big Data and Artificial Intelligence, IC3INA*, 99–102. <https://doi.org/10.1109/IC3INA48034.2019.8949595>
- Sansom, R. S., Choate, P. G., Keating, J. N., & Randle, E. (2018). Parsimony, not Bayesian analysis, recovers more stratigraphically congruent phylogenetic trees. *Biology Letters*. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0263>
- Sari, W., Siagian, I. E., & Rombot, D. V. (2021). Gambaran penyebaran COVID-19 di Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan Maret-Juli 2020. *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik*, 8(02), 307–312. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JKKT/article/view/33584>
- Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, 24, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.03.005>
- Sohrabi, C., Alsafi, Z., O'Neill, N., Khan, M., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., & Agha, R. (2020). World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). In *International Journal of Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2020.02.034>
- Sukarna, Ananda, E. Y. P., & Wahyuni, M. S. (2021). Rainfall Forecasting Model Using ARIMA and Kalman Filter in Makassar, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2123(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2123/1/012044>
- Sukarna, Awi, & Sutamrin. (2020). Analisis Spasial Sebaran Penyakit Menular Kota Makassar Tahun 2018. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(1), 113–122. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss1pp113-122>
- Sukarna, S., Sanusi, W., & Hardiono, H. (2020). Analisis Moran's I, Geary's C, dan Getis-Ord G pada Penerapan Jumlah Penderita Kusta di Kabupaten Gowa. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, 2(2), 151. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v2i2.12577>
- Sumandiyar, A., & Nur, H. (2020). Membangun Hubungan Sosial Masyarakat di Tengah Pandemi Covid-19 di Kota Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Problematika Sosial Pandemi Covid-19*, 74–81. <https://ojs.literacyinstitute.org/index.php/prosiding-covid19%0AMembangun>
- Susilo, A., Rumende, C. M., Pitoyo, C. W., Santoso, W. D., Yulianti, M., Herikurniawan, H., Sinto, R., Singh, G., Nainggolan, L., Nelwan, E. J., Chen, L. K., Widhani, A., Wijaya, E., Wicaksana, B., Maksum, M., Annisa, F., Jasirwan, C. O. M., & Yuniastuti, E. (2020). Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 7(1), 45. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v7i1.415>
- Syahrudha, S., Massi, N., Ahmad, A., & Djaharuddin, I. (2021). Associated Factors of the

- Results of Pulmonary Tuberculosis Treatment During the COVID-19 Pandemic in Makassar City. *OAMJMS (Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences)*, 9(B), 1001–1005. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6742>
- Tenenbaum, G., & Filho, E. (2016). Measurement Considerations in Performance Psychology. In *Performance Psychology: Perception, Action, Cognition, and Emotion*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803377-7.00003-X>
- Tiro, M. A., Ruliana, & Aswi, A. (2020). Eksplorasi Literasi Statistika Deskriptif Mahasiswa Program Studi Universitas Negeri Makassar dalam Suasana Pembelajaran Daring Akibat Darurat Covid-19. *Seminar Nasional VARIANSI*, 149–159.
- Tosepu, R., Gunawan, J., Effendy, D. S., Ahmad, L. O. A. I., Lestari, H., Bahar, H., & Asfian, P. (2020). Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *Science of the Total Environment*, 725. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138436>
- Vargas, J. R. N. (2020). The COVID-19 pandemic. *Revista Facultad de Medicina*, 68(1), 7–8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n1.86482>
- Wardi, I., Laksmiwati, I., Gunadi, I., & As-syakur, A. (2014). DAMPAK PERTUMBUHAN PENDUDUK TERHADAP LINGKUNGAN DAN BUDAYA SUBAK : STUDI KASUS DI KABUPATEN TABANAN PROVINSI BALI. *Bumi Lestari*, 14(2), 110–124.
- Wijayanti, K., Martha, S., & Debararaja, N. N. (2021). Perbandingan Model Arimax Dan Fungsi Transfer Pada Peramalan Curah Hujan. *Jurnal Gaussian*, 10(2), 233–242.
- Yulia, E., Ananda, P., Annisa, Y., & Nova, H. (2021). *Pemberdayaan Desa Wisata Desa Sengkol HASIL & PEMBAHASAN. 1*, 519–521.