

Peramalan Jumlah Penderita DBD di Provinsi Jawa Barat dengan Metode Hybrid SARIMAX-ANN

Indriany Rahayu^{1, a)}, Rini Marwati^{1, b)}, Dewi Rahmatin¹

¹*Program Studi Matematika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia*

Email: ^{a)} rahayuindriany@gmail.com, ^{b)} rinimarwati@upi.edu

Abstract

Indonesia is one of the tropical countries in the world, therefore Indonesia has two seasons, namely the dry season and the rainy season. Because it has two seasons, it can cause tropical diseases can grow very fast like Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). DHF case is time series data that can be collected annually and has a seasonal cycle. Because it is time series data, it can be forecasted using SARIMAX method, but SARIMAX is only able to solve linear problems and to overcome non-linear problems it can be solved using the ANN Backpropagation method. Therefore, in this study using the Hybrid SARIMAX-ANN method. The data in this study contained the dependent variable and the independent variable. The dependent variable is DHF data, while the independent variable is air humidity, air temperature, and rainfall data. The result obtained in this study, namely the factor that greatly affects DHF is air humidity. Forecasting result from Januari 2021 to June 2021 are 1.081, 960, 1.132, 1.103, 2.467, and 1.605. The it produces a MAPE value of 16,33% which means a good level of accuracy.

Keywords: SARIMAX, Hybrid SARIMAX-ANN, DHF, MAPE

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara tropis di dunia oleh karena itu Indonesia memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Dikarenakan memiliki dua musim maka dapat timbul penyakit tropis. Salah satu penyakit tropis yang berkembang sangat cepat yaitu Demam Berdarah *Dengue*. Kasus DBD merupakan data deret waktu yang dapat dikumpulkan per tahunnya dan memiliki siklus musiman. Karena merupakan data deret waktu maka dapat dilakukan peramalan menggunakan metode SARIMAX, namun SARIMAX hanya mampu menyelesaikan permasalahan linear saja dan untuk mengatasi permasalahan non-linear dapat diselesaikan dengan metode ANN *Backpropagation*. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode *Hybrid SARIMAX-ANN*. Data dalam penelitian ini memuat variabel *dependent* dan variabel *independent*. Untuk variabel *dependent* yaitu data DBD, sedangkan untuk variabel *independent* yaitu data kelembaban udara, suhu udara, dan curah hujan. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu faktor yang sangat mempengaruhi DBD adalah kelembaban udara. Hasil peramalan pada bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 adalah 1.081, 960, 1.132, 1.103, 2.467, dan 1.605 kemudian menghasilkan nilai MAPE sebesar 16,33% yang berarti tingkat akurasi baik.

Kata-kata kunci: SARIMAX, Hybrid SARIMAX-ANN, DBD, MAPE.

PENDAHULUAN

Salah satu negara yang memiliki iklim tropis di dunia adalah Indonesia. Perubahan iklim secara global yang terjadi di dunia berdampak pada perubahan cuaca dan pergeseran musim di Indonesia. Iklim tropis menimbulkan berbagai penyakit tropis yang disebabkan oleh nyamuk seperti malaria,

demam berdarah, filariasis dan chikungunya yang menimbulkan epidemi berlangsung dengan penyebaran yang luas dan cepat. Faktor utama munculnya epidemi berbagai penyakit tropis tersebut adalah perkembangbiakan dan penyebaran nyamuk yang tidak terkendali (Minarni, Armansyah, & Hanafiah, 2013).

Bersumber dari (Allan, Bernier, & Cline, 2006), Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah infeksi yang disebabkan oleh virus dengue. Dengue merupakan virus penyakit yang ditularkan dari nyamuk *Aedes Spp.* Nyamuk yang paling cepat berkembang di dunia ini telah menyebabkan hampir 390 juta orang terinfeksi setiap tahunnya. Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang semakin hari jumlah penderitanya semakin meningkat dan penyebarannya semakin luas. Penyakit DBD merupakan penyakit menular yang umumnya menyerang pada usia anak-anak umur kurang dari 15 tahun dan juga bisa menyerang pada orang dewasa (Kemenkes, 2018).

Jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat tahun 2018 mencapai 11.458 orang lebih tinggi dibanding tahun 2017 yaitu 11.422 orang. Jumlah kematian karena DBD tahun 2017 mencapai 56 orang dan pada tahun 2018 mencapai 56 orang. Pada tahun 2019 jumlah penderita DBD mencapai 8.593 orang lebih rendah dibanding tahun 2018 yaitu 11.458 orang. Pada tahun 2019 jumlah kematian karena DBD mencapai 65 orang (Dinkes Jabar, 2019).

Berdasarkan data tersebut perlu dilakukan peramalan untuk mengetahui jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat di masa yang akan datang, agar masyarakat mampu mengantisipasi penyebaran DBD. Salah satu cabang ilmu matematika yang dapat membahas tentang penelitian terkait data DBD tersebut adalah ilmu statistika. Pada cabang ilmu ini banyak ditemukan metode peramalan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan.

Peramalan adalah suatu teknik analisis data yang menggunakan kejadian di masa lalu untuk mengetahui perkembangan kejadian di masa yang akan datang. Peramalan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai modal perencanaan di masa yang akan datang, baik perencanaan kegiatan, perencanaan keuangan dan beberapa perencanaan lain yang membutuhkan prediksi. Salah satu model yang dapat digunakan yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Menurut (Makridakis, 1999), model ini digunakan untuk meramalkan kondisi masa yang akan datang dengan menggunakan data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa yang akan datang.

Model ARIMA terdiri dari dua yaitu ARIMA non musiman dan ARIMA musiman. Model ARIMA non musiman adalah deret yang tidak dipengaruhi oleh faktor apapun. Model musiman terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman seperti harian, mingguan, ataupun bulanan. ARIMA musiman disebut sebagai *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Model SARIMA ini sangat baik ketepatannya untuk peramalan jangka pendek (Makridakis, 1999). Namun kelemahan dari metode ini hanya bisa digunakan apabila data peramalan analisis deret waktu tunggal. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan suatu model yang disebut model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average With Exogeneous Input* (SARIMAX).

SARIMAX adalah pengembangan dari model SARIMA dengan penambahan deret waktu lainnya sebagai variabel eksogen. Variabel eksogen merupakan variabel yang mempengaruhi variabel *dependent*. Model SARIMAX cukup populer untuk peramalan jangka pendek karena memungkinkan untuk menggunakan variabel *independent* untuk meningkatkan akurasi peramalan dalam menentukan nilainya di masa yang akan datang (Jantarakolica & Chalermsook, 2012).

Data dari jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat merupakan data runtun waktu karena dikumpulkan per tahunnya untuk mengetahui peningkatan atau penurunan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat sehingga dapat dilakukan peramalan runtun waktu. Karena data jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat merupakan data musiman, maka dilakukan peramalan data runtun waktu dengan pola musiman yaitu dengan menggunakan metode SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*). Kemudian karena DBD dipengaruhi oleh beberapa faktor maka dilakukan peramalan dengan menambah variabel lainnya yaitu menggunakan model SARIMAX. Model SARIMAX merupakan model linier, akan tetapi dalam hasil SARIMAX terdapat masalah non linier sehingga dilakukanlah model ANN (*Artificial Neural Network*). Dengan demikian, pada penelitian ini diterapkan metode *Hybrid SARIMAX-ANN* untuk peramalan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat.

METODE

Metode yang digunakan di dalam penelitian ini adalah studi kasus. Studi kasus yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah faktor apa saja yang dapat mempengaruhi peramalan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat seperti kelembaban udara, suhu udara, dan curah hujan.

2.1 Model SARIMAX

Untuk mencapai tujuan penulisan penelitian, maka langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data adalah

- Membagi data menjadi data *in-sample* dan data *out-sample*. Data dari bulan Januari 2014 sampai dengan bulan Desember 2019 digunakan sebagai data *in-sample*, sedangkan data bulan Januari 2020 sampai dengan Desember 2020 digunakan sebagai data *out-sample*
- Menentukan Variabel Dependen dan Variabel Independen
- Identifikasi model SARIMA dengan melihat plot *ACF* dan *PACF*
- Membuat model SARIMAX dengan menggunakan model SARIMA yang telah diperoleh
- Melakukan Uji Signifikansi Parameter
- Melakukan Uji *white noise*, dan uji normalitas pada sesatan model SARIMAX
- Memilih model terbaik dengan nilai RMSE *out-sample* terkecil
- Melakukan peramalan jumlah penderita DBD di Provisi Jawa Barat

2.2 Model ANN

Untuk mencapai tujuan penulisan penelitian, maka langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data adalah

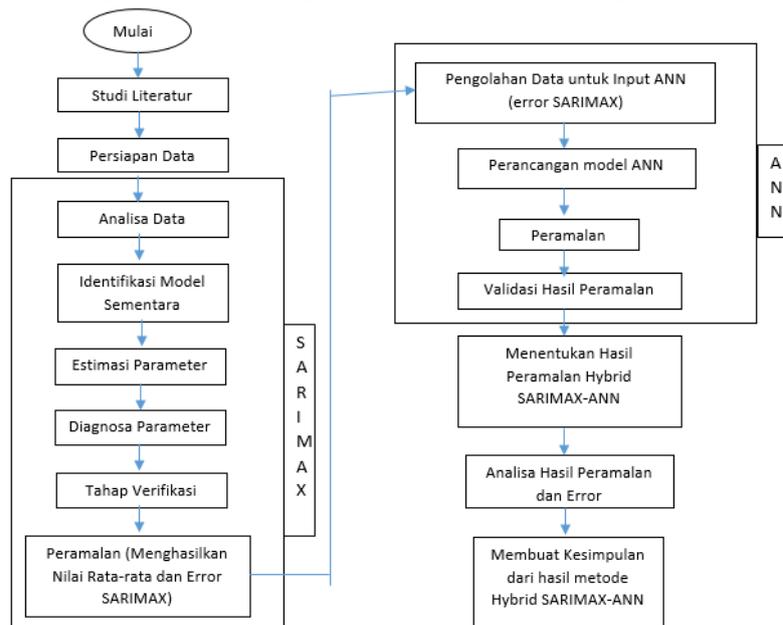
- Pengolahan data untuk *input* ANN (*error* SARIMAX)
- Perancangan model ANN
- Memilih model terbaik dengan nilai RMSE terkecil
- Melakukan peramalan jumlah penderita DBD di provinsi Jawa Barat

2.3 Model Hybrid SARIMAX-ANN

Untuk mencapai tujuan penulisan penelitian, maka langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data adalah

- Menggabungkan model SARIMAX dan ANN ke dalam suatu persamaan yaitu menjadi model *Hybrid SARIMAX-ANN*
- Memilih model terbaik dengan nilai RMSE terkecil
- Melakukan peramalan jumlah penderita DBD di provinsi Jawa Barat.

Adapun diagram metodologi dalam metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Diagram Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan deret *input* dan deret *output* terlebih dahulu. Deret *input* meliputi kelembaban udara, suhu udara, dan curah hujan, sedangkan deret *output* adalah data DBD. Setelah menentukan deret *input* dan *output*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi model dari deret *Input* dan deret *output* sehingga diperoleh model sementara yaitu SARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹² untuk kelembaban udara, SARIMA(0,1,0)(0,0,0)¹² untuk suhu udara, dan SARIMA(1,0,0)(1,0,0)¹² untuk curah hujan.

Setelah memperoleh model ARIMA musiman dari masing-masing deret *input* selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi parameter dan uji diagnostik model untuk mengetahui bahwa model tersebut layak untuk digunakan.

Pertama adalah estimasi parameter. Untuk mengetahui signifikansi parameter dalam model maka dilakukan uji dengan hipotesis sebagai berikut:

1. Hipotesis
 - H_0 : Estimasi parameter tidak signifikan dalam model
 - H_1 : Estimasi parameter signifikan dalam model
2. Taraf Signifikan $\alpha = 0,05$
3. Statistik Uji

$$t_{hitung} = \frac{estimator}{SE(estimator)}$$

4. Kriteria tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},df}$ atau $p - value < 0,05$
5. Kesimpulan

Kedua, dilakukan uji diagnostik model untuk mengetahui kesesuaian model yakni α_t memenuhi asumsi *white noise*. Berikut hipotesis yang digunakan untuk mengetahui apakah autokorelasi residualnya berbeda nyata dengan nol.

1. Hipotesis
 - $H_0 : \rho_1 = \dots = \rho_k = 0$ (autokorelasi residualnya tidak signifikan)
 - $H_1 : \exists \rho_1 \neq 0$ (autokorelasi residualnya signifikan)
2. Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$
3. Statistik Uji

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)}$$

4. Kriteria tolak H_0 jika $Q \geq X_{\alpha,df}^2$ atau $p - value < 0,05$
5. Kesimpulan

Setelah dibuat uji hipotesis untuk uji signifikansi parameter dan uji diagnostik model, maka dapat ditarik kesimpulan dari masing-masing deret *input* sebagai berikut:

1. Deret kelembaban udara
 - a) Untuk Uji signifikansi parameter
z test of coefficients:

```

              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1          7.0751e-01 7.5518e-02  9.3688 < 2.2e-16 ***
sma1         3.6864e-01 1.2226e-01  3.0152  0.002568 **
intercept    4.5955e+05 3.6266e+04 12.6717 < 2.2e-16 ***
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Berdasarkan hasil uji z terlihat bahwa nilai kedua parameter memiliki $p - value < 0,05$. Jadi kesimpulannya adalah tolak H_0 dan H_1 diterima yang artinya estimasi parameter signifikan. Dengan demikian, parameter pada ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹² signifikan.

- b) Untuk Uji diagnostik model

Box-Ljung test

```
data: fitdataaku$residuals
X-squared = 1.8302, df = 6, p-value = 0.9346

X-squared = 4.2169, df = 12, p-value = 0.9792

X-squared = 19.362, df = 18, p-value = 0.3699

X-squared = 24.248, df = 24, p-value = 0.4475
```

Berdasarkan hasil gambar di atas terlihat bahwa nilai $p - value$ untuk semua lag lebih dari 0,05. Jadi kesimpulannya adalah terima H_0 yang artinya autokorelasi residualnya tidak signifikan atau tidak terdapat korelasi antar lag maka residual memenuhi asumsi *white noise*. Dengan demikian, model ARIMA(1,0,0)(0,0,1)¹² layak digunakan.

2. Deret suhu udara
 - a) Untuk Uji signifikansi parameter
 - b) Untuk Uji diagnostik model

Box-Ljung test

```
data: fitdatasu$residuals
X-squared = 5.0728, df = 6, p-value = 0.5345

X-squared = 9.375, df = 12, p-value = 0.6706

X-squared = 10.808, df = 18, p-value = 0.9023

X-squared = 15.73, df = 24, p-value = 0.8976
```

Berdasarkan hasil uji Box-Ljung terlihat bahwa nilai $p - value$ untuk semua lag lebih dari 0,05. Jadi kesimpulannya adalah terima H_0 yang artinya autokorelasi residualnya tidak signifikan atau tidak terdapat korelasi antar lag sehingga residual memenuhi asumsi *white noise*. Dengan demikian, model ARIMA(0,1,0)(0,0,0)¹² layak digunakan.

3. Deret curah hujan
 - a) Untuk Uji signifikansi parameter

z test of coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
ar1	0.306037	0.104659	2.9241	0.003454	**
sar1	0.476961	0.094511	5.0466	4.497e-07	***
intercept	206.501051	31.613958	6.5320	6.492e-11	***

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Berdasarkan hasil uji z terlihat bahwa nilai kedua parameter memiliki $p - value < 0,05$. Jadi kesimpulannya adalah tolak H_0 dan H_1 diterima yang artinya estimasi parameter signifikan. Dengan demikian, parameter pada ARIMA(1,0,0)(1,0,0)¹² signifikan.

- b) Untuk Uji diagnostik model

Box-Ljung test

```
data: fitdataach$residuals
X-squared = 1.8885, df = 6, p-value = 0.9297

X-squared = 5.4765, df = 12, p-value = 0.9401

X-squared = 11.028, df = 18, p-value = 0.8932

X-squared = 17.344, df = 24, p-value = 0.8336
```

Berdasarkan hasil uji Box-Ljung terlihat bahwa nilai $p - value$ untuk semua lag lebih dari 0,05. Jadi kesimpulannya adalah terima H_0 yang artinya autokorelasi residualnya tidak

signifikan atau tidak terdapat korelasi antar *lag* maka residual memenuhi asumsi *white noise*. Dengan demikian, model ARIMA(1,0,0)(1,0,0)¹² layak digunakan.

Setelah diperoleh estimasi parameter model fungsi transfer dari setiap *input* tunggal, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah uji hipotesis untuk mengetahui apakah parameter parameter model fungsi transfer *input* tunggal signifikan atau tidak untuk dimasukkan ke dalam model. Berikut uji hipotesis untuk memeriksa signifikansi parameter model.

```
Series: datadbbaru
Regression with ARIMA(2,0,0)(2,1,0)[12] errors

Coefficients:
      ar1      ar2      sar1      sar2  kelembapanUdara
      1.3308  -0.4804  -0.5704  -0.4473  -0.0049
s.e.    0.1129  0.1152  0.1243  0.1174  0.0052

sigma^2 estimated as 0.06318: log likelihood=-4.93
AIC=21.87  AICc=23.16  BIC=35.53

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1      1.3308347  0.1129020 11.7875 < 2.2e-16 ***
ar2     -0.4804449  0.1152392  -4.1691 3.058e-05 ***
sar1     -0.5703994  0.1243238  -4.5880 4.475e-06 ***
sar2     -0.4473258  0.1173533  -3.8118 0.000138 ***
kelembapanUdara -0.0049241  0.0051574  -0.9548 0.339694
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

GAMBAR 2. Estimasi Parameter Variabel Input Model Fungsi Transfer Kelembaban Udara

```
Series: datadbbaru
Regression with ARIMA(2,0,0)(2,1,0)[12] errors

Coefficients:
      ar1      ar2      sar1      sar2  suhuUdara
      1.3963  -0.5463  -0.6002  -0.3667  0.0926
s.e.    0.1062  0.1085  0.1330  0.1231  0.0328

sigma^2 estimated as 0.05901: log likelihood=-1.93
AIC=15.85  AICc=17.15  BIC=29.51

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1      1.396309  0.106166 13.1521 < 2.2e-16 ***
ar2     -0.546320  0.108493  -5.0355 4.765e-07 ***
sar1     -0.600227  0.132992  -4.5133 6.384e-06 ***
sar2     -0.366741  0.123051  -2.9804 0.002879 **
suhuUdara 0.092647  0.032773  2.8270 0.004699 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

GAMBAR 3. Estimasi Parameter Variabel Model Input Fungsi Transfer Suhu Udara

```

Series: datadbbaru
Regression with ARIMA(2,0,0)(2,1,0)[12] errors

Coefficients:
          ar1      ar2      sar1      sar2  CurahHujan
          1.3561  -0.5033  -0.6425  -0.4764  -3e-04
s.e.      0.1103   0.1128   0.1228   0.1148   2e-04

sigma^2 estimated as 0.05946:  log likelihood=-3.46
AIC=18.92  AICc=20.21  BIC=32.58

z test of coefficients:

          Estimate  Std. Error  z value  Pr(>|z|)
ar1      1.35614702  0.11029874  12.2952  < 2.2e-16 ***
ar2     -0.50332696  0.11281301  -4.4616  8.135e-06 ***
sar1     -0.64246822  0.12283252  -5.2304  1.691e-07 ***
sar2     -0.47641817  0.11480202  -4.1499  3.326e-05 ***
CurahHujan -0.00034233  0.00020907  -1.6374  0.1016
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

GAMBAR 4. Estimasi Parameter Variabel Model Input Fungsi Transfer Curah Hujan

1. Hipotesis
 H_0 : Estimasi parameter tidak signifikan dalam model
 H_1 : Estimasi parameter signifikan dalam model
2. Taraf signifikan $\alpha = 0,05$
3. Statistik Uji

$$t_{hitung} = \frac{\text{estimator}}{SE(\text{estimator})}$$

4. Kriteria tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},df}$ atau $p - value < 0,05$
5. Perhitungan ada pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4
6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Gambar 2 dan Gambar 4, keputusannya adalah H_0 diterima karena untuk semua parameter memiliki nilai $p - value > 0,05$. Selanjutnya berdasarkan hasil dari Gambar 3, keputusannya adalah tolak H_0 karena untuk semua parameter memiliki nilai $p - value < 0,05$. Dengan demikian berarti Gambar 2 dan Gambar 4 parameter tidak signifikan. Sedangkan pada Gambar 3 parameter signifikan, sehingga dapat disimpulkan deret suhu udara dapat dimasukkan ke dalam model.

Selanjutnya akan dicek autokorelasi antara residual dengan deret *input* apakah signifikan atau tidak dengan uji hipotesis sebagai berikut

1. Hipotesis
 H_0 : Autokorelasi antara residual dengan deret *input* tidak signifikan
 H_1 : Autokorelasi antara residual dengan deret *input* signifikan
2. Taraf signifikan $\alpha = 0,05$
3. Statistik Uji

$$Q = (n - r - s - b) \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_{\alpha\alpha}^2(k)$$

4. Kriteria tolak H_0 jika $Q \geq X_{\alpha,df}^2$ atau $p - value < 0,05$
5. Perhitungan

Box-Pierce test

```
data: res_armax1
x-squared = 2.3824, df = 6, p-value = 0.8814

x-squared = 8.7531, df = 12, p-value = 0.7239

x-squared = 11.571, df = 18, p-value = 0.8686

x-squared = 17.065, df = 24, p-value = 0.8459
```

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji Box-Pierce terlihat bahwa $p - value$ untuk semua lag lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima. Hal ini berarti autokorelasi residual dengan deret *input* tidak signifikan. Residual fungsi transfer multivariat pada semua lag telah memenuhi asumsi *white noise*.

Karena deret telah memenuhi asumsi *white noise* maka model fungsi transfer dapat digunakan. Dan diperoleh nilai MAPE sebesar 21,68% yang artinya bahwa tingkat akurasinya cukup.

Penggunaan Model SARIMAX untuk Peramalan

Hasil estimasi model fungsi transfer yang telah menghasilkan parameter parameter yang signifikan dapat digunakan untuk meramalkan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat dengan *software R*.

TABEL 1. Hasil Ramalan Jumlah Penderita Dbd Di Provinsi Jawa Barat dengan Model SARIMAX

Bulan	Data Asli	Hasil Peramalan
Januari 2021	837	1132
Februari 2021	805	967
Maret 2021	1319	1067
April 2021	1808	1203
Mei 2021	2167	1381
Juni 2021	1786	1532

Dilihat dari hasil peramalan dengan model SARIMAX terlihat pada bulan Februari terjadi penurunan. Kemudian di bulan selanjutnya jumlah penderita DBD terjadi peningkatan. Maka model SARIMAX yang terbentuk adalah

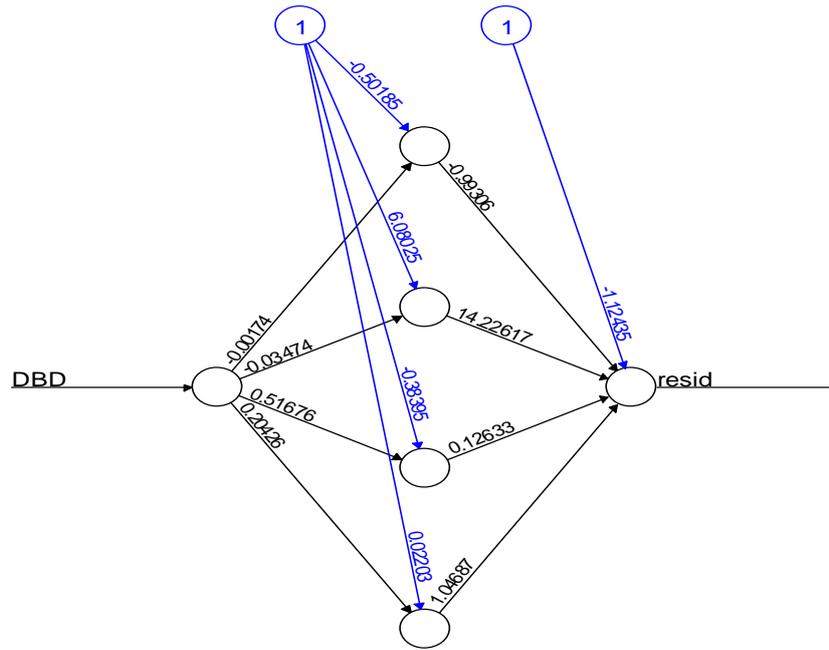
$$L_t = 0.09267(X_2)_t + 0.249762y_{t-12} - 0.366741\alpha_{t-12}$$

Berdasarkan model SARIMAX di atas dapat diketahui bahwa ramalan jumlah penderita DBD pada waktu ke- t dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penderita DBD pada dua belas bulan sebelumnya (y_{t-12}) dan suhu udara pada bulan sebelumnya ($(X_2)_t$).

Pemodelan dengan model HYBRID SARIMAX-ANN

Untuk mendapatkan hasil peramalan yang diharapkan lebih akurat yaitu dengan memasukan residu dari model SARIMAX akan dimodelkan kembali menggunakan metode ANN. Dengan menggabungkan model SARIMAX dengan hasil ANN dari residualnya maka inilah yang disebut dengan metode *Hybrid SARIMAX-ANN*. *Input* dari metode ANN sendiri adalah residual dari model SARIMAX yang terdapat pada lampiran 2. Dalam ANN *Backpropagation* kita bisa menentukan berapa jumlah *hidden layer*. Penulis menentukan jumlah *hidden layer* sebanyak 4 *layer*.

Dengan menggunakan program R yang di dalamnya terdapat *library* untuk metode ANN *backpropagation* maka diperoleh struktur jaringan sebagai berikut



Error: 1.490756 Steps: 653

GAMBAR 5. Struktur Jaringan Ann (1,4,1)

Dari Gambar 5, didapatkan model umum dari ANN(1,4,1) yaitu :

$$N_t = 1.490756 - 0.99306 f^h(X_{1,1}) + 14.22617 f^h(X_{1,2}) + 0.12633 f^h(X_{1,3}) + 1.046187 f^h(X_{1,4})$$

dengan :

$$f^h = \frac{1}{1 + e^{-X_{j,t}}}$$

di mana :

$$j = 1$$

$$X_{1,1} = -0.00174 - 0.50185$$

$$X_{1,2} = -0.03474 + 6.08025$$

$$X_{1,3} = 0.51676 - 0.338395$$

$$X_{1,4} = 0.20426 + 0.02203$$

Dari hasil analisis SARIMAX dan ANN yang telah dilakukan, didapatkan model dari masing-masing analisis yang kemudian di-hybrid sehingga menghasilkan hybrid SARIMAX-ANN sebagai berikut :

$$y_t = L_t + N_t$$

dengan

$$L_t = 0.09267(X_2)_t + 0.249762y_{t-12} - 0.366741\alpha_{t-12}$$

$$N_t = 1.490756 - 0.99306 f^h(X_{1,1}) + 14.22617 f^h(X_{1,2}) + 0.12633 f^h(X_{1,3}) + 1.046187 f^h(X_{1,4})$$

Kemudian dihitung nilai MAPE dari model SARIMAX(2,0,0)(2,1,0)12 dan model hybrid SARIMAX-ANN untuk kemudian dibandingkan sehingga didapatkan hasil perbandingan sebagai berikut

TABEL 2. Nilai Mape Dari Model SARIMAX dan Model Hybrid SARIMAX-ANN

Model	MAPE	Tingkat Akurasi
SARIMAX(2,0,0)(2,1,0)12	2.168342	Cukup
Hybrid SARIMAX-ANN	1.633265	Baik

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa nilai MAPE dari model SARIMAX lebih besar dibanding dengan model hybrid SARIMAX-ANN. Dari kedua perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa dengan melakukan hybrid dapat meningkatkan akurasi yang lebih akurat.

Validasi dan Hasil Peramalan Model *Hybrid* SARIMAX-ANN

Dari model *Hybrid* SARIMAX-ANN diperoleh hasil peramalan jumlah penderita DBD sebagai berikut

TABEL 3. Hasil Ramalan Jumlah Penderita DBD dengan Model *Hybrid* SARIMAX-ANN

Bulan	Data Asli	Hasil Peramalan
Januari 2021	837	1081
Februari 2021	805	960
Maret 2021	1319	1132
April 2021	1808	1103
Mei 2021	2167	2467
Juni 2021	1786	1605

Dilihat dari hasil peramalan dengan model *Hybrid* SARIMAX-ANN terlihat pada bulan Februari terjadi penurunan. Kemudian di bulan selanjutnya jumlah penderita DBD terjadi peningkatan, dan di bulan Mei merupakan puncaknya. Terlihat bahwa data hasil ramalan dengan data asli perbandingan jumlah penderita DBD tidak jauh berbeda.

Tabel 4 berikut merupakan hasil jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat mulai bulan Januari 2021 sampai dengan Desember 2022 dengan menggunakan model *Hybrid* SARIMAX-ANN yang berasal dari *output* program R.

TABEL 4. Hasil Ramalan Data Jumlah Penderita DBD Di Provinsi Jawa Barat pada Tahun 2021 Hingga Tahun 2022

Bulan	Hasil Peramalan	
	2021	2022
Januari	1081	2276
Februari	960	2046
Maret	1132	2048
April	1103	2028
Mei	2467	1952
Juni	1605	1924
Juli	1508	1689
Agustus	879	907
September	661	538
Oktober	606	447
November	703	491
Desember	650	483

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat menggunakan metode *Hybrid* SARIMAX-ANN, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Model peramalan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat menggunakan *Hybrid* SARIMAX-ANN adalah sebagai berikut :

$$y_t = L_t + N_t$$

dengan

$$L_t = 0.09267(X_2)_t + 0.249762y_{t-12} - 0.366741\alpha_{t-12}$$

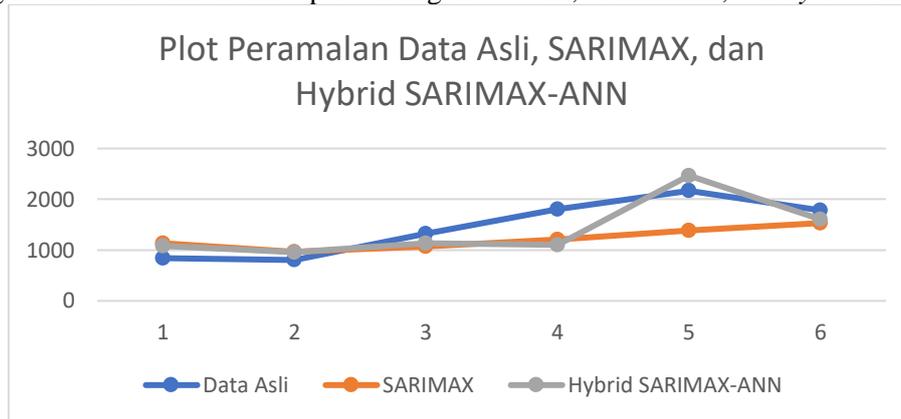
$$N_t = 1.490756 - 0.99306 f^h(X_{1,1}) + 14.22617 f^h(X_{1,2}) + 0.12633 f^h(X_{1,3})$$

$$+ 1.046187 f^h(X_{1,4})$$

Dari ketiga deret *input* yaitu kelembaban udara, suhu udara, dan curah hujan diperoleh bahwa deret yang mempengaruhi DBD adalah suhu udara.

2. Hasil peramalan jumlah penderita DBD di Provinsi Jawa Barat dari bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Juni 2021 dengan menggunakan metode *Hybrid* SARIMAX-ANN. Yaitu pada bulan Januari jumlah penderita DBD sebanyak 1.081 orang, bulan Februari 960 orang, bulan Maret 1.132 orang, bulan April 1.103 orang, bulan Mei 2.467 orang, dan bulan Juni 1.605

orang. Dari perhitungan diperoleh nilai MAPE sebesar 16.33% yang dapat dikatakan bahwa tingkat akurasi baik. Berikut perbandingan data asli, SARIMAX, dan *hybrid SARIMAX-ANN*.



GAMBAR 6. Hasil Peramalan Data Asli, SARIMAX, dan *Hybrid SARIMAX-ANN*

Dari plot hasil peramalan di atas terlihat bahwa hasil *Hybrid SARIMAX-ANN* dengan data asli tidak jauh berbeda.

REFERENSI

- Allan, A. S., Bernier, U.R., Cline, D.L. (2006) 'Attraction of Mosquitoes to Volatiles Associated with Blood', pp. 212-213.
- Dinkes Jabar. (2019). *Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Barat 2019*. Diambil kembali dari Dinkes Jabar.
- Jackson, A. (2007) 'New approaches to drug therapy', *Psychology Today and Tomorrow*, vol. 27, no. 1, pp. 54-9.
- Jantarakolica, T., & Chalermsook, P. (2012) 'Thai Export under Exchange Rate Volatility : A Case Study of TExtile and Garment Products', *Procedia Social and Behavioral Sciences*, pp. 751-755.
- Kramer, E & Bloggs, T (2002) 'On quality in art and art therapy', *American Journal of Art Therapy*, vol. 40, pp. 218-31.
- Kemendes (2018) Info Datin Situasi Demam Berdarah Dengue <https://www.kemkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/infodatin/InfoDatin-Situasi-Demam-Berdarah-Dengue.pdf>.
- Makridakis, S. C. (1999) *Metode dan aplikasi peramalan*, Erlangga: Jakarta.
- Minarni, E., Armansyah, T., & Hanafiah, M. (2013) 'Daya Larvasida Ekstrak Etil Asetat Daun Kemuning (*Murraya Paniculata* (L) Jack) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*', *Jurnal Medikal Veterinaria*.
- Rahayu, I., (2022) *Penerapan Metode Hybrid Sarimax-Ann untuk Peramalan Jumlah Penderita DBD di Provinsi Jawa Barat*, Skripsi, Matematika FPMIPA UPI.