

PEMODELAN JUMLAH KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE DENGAN MENGGUNAKAN MODEL AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG

Denny Nurdiansyah¹, Agus Sulistiawan²

¹Statistika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri; Bojonegoro

²Teknik Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri; Bojonegoro

Email: denny.nur@unugiri.ac.id¹, agus.s@unugiri.ac.id²

ABSTRACT

This study aims to model dengue hemorrhagic fever (DHF) cases with an autoregressive distributed lag (ARDL) model to investigate significant predictor variables in Bojonegoro Regency. The selected predictor variables are the percentage of poverty, population, health facilities, and health workers. A research design with a quantitative approach was used to investigate the predictor variables in dengue cases with the ARDL model and the help of EViews. Stationarity, cointegration, classical assumptions, parameter significance, and model goodness assessment, namely R-square, MSE, AIC, and SBC, were tested. The research data source is secondary data, namely annual data from the reports of the Central Bureau of Statistics and the Health Office in Bojonegoro Regency from 2008 to 2022. The test results show only cointegration in the response variable, so the ARDL model is applied, but the lag distribution is only done on the response variable. In testing the significance of the parameters, it was found that an increase in the health workforce significantly affected the decrease in the number of DHF patients. At the same time, the other predictor variables were not significant.

Keywords: Dengue Fever, ARDL Model, Stationarity, Cointegration, Classical Assumptions.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini ialah memodelkan kasus Demam berdarah dengue (DBD) dengan model autoregressive distributed lag (ARDL) untuk menyelidiki variabel-variabel prediktor yang signifikan di Kabupaten Bojonegoro. Variabel prediktor terpilih yaitu persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, fasilitas kesehatan, dan tenaga kerja kesehatan. Digunakan desain penelitian dengan pendekatan kuantitatif yang menyelidiki variabel prediktor pada kasus DBD dengan model ARDL dan bantuan EViews. Diberikan pengujian stasioneritas, kointegrasi, asumsi klasik, dan signifikansi parameter serta penilaian kebaikan model yaitu R-square, MSE, AIC, dan SBC. Sumber data penelitian adalah data sekunder yaitu data tahunan dari laporan Badan Pusat Statistik dan Dinas Kesehatan di Kabupaten Bojonegoro tahun 2008 sampai 2022. Dari hasil pengujian, hanya ada kointegrasi pada variabel respon sehingga model ARDL diterapkan tapi distribusi lag hanya dilakukan pada variabel respon saja. Pada pengujian signifikansi parameter, diperoleh hasil bahwa peningkatan tenaga kerja kesehatan signifikan mempengaruhi penurunan jumlah penderita DBD, sedangkan variabel-variabel prediktor lain tidak signifikan.

Kata kunci: Demam Berdarah Dengue, Model ARDL, Stasioneritas, Kointegrasi, Asumsi Klasik.

Received: December 01, 2023 / Accepted: December 20, 2023 / Published Online: December 30, 2023

PENDAHULUAN

Demam berdarah *dengue* (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue* yang menular dari gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* (Efendi et al., 2020). Jenis nyamuk ini berkembangbiak dengan cepat baik di dalam maupun di luar ruangan dengan memanfaatkan genangan atau tampungan air yang jernih di suatu wadah atau tempat tertentu (Saleh et al., 2018). Sama halnya dengan daerah lain di Indonesia, Bojonegoro juga perlu mewaspadai dan mengatasi adanya peningkatan penyakit DBD setelah pandemi COVID-19. Berdasarkan berita dari website resmi PEMKAB Bojonegoro pada tanggal 27 Januari 2022, tercatat pada bulan Desember 2021 ada sekitar 200 kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro yang berlanjut pada bulan Januari 2022 ada sebanyak 112 kasus (Afifa, 2022). Kasus DBD perlu mendapat perhatian pemerintah dan peran serta masyarakat dalam mencegah penyebarannya, meskipun pada tahun 2020 peningkatan kasus DBD tidak lebih besar dibandingkan kasus COVID-19 (Nurdiansyah & Wafa, 2021). Pandemi COVID-19 telah merubah kualitas hidup manusia dari segi psikologis (Nugraha et al., 2020). Banyak pasien DBD meningkat setelah musim pancaroba dan sepanjang musim penghujan, sehingga sebelum itu terjadi masyarakat perlu mengerti dan menjaga kebersihan lingkungan sekitar seperti halnya menaburkan bubuk *Abate* ke genangan air, membersihkan kolam ikan dan minuman binatang peliharaan atau ternak, memantau selokan atau saluran air tetap lancar, menerapkan kegiatan 3M (menguras, mengubur, dan menutup), dan melakukan pemantauan keberadaan jentik nyamuk (Prabowo et al., 2020). DBD tergolong penyakit yang berbahaya dan mematikan karena kesembuhannya tergantung pada usia dan jumlah Trombosit di dalam tubuh pasien (Aulia et al., 2020).

Dari studi regresi TELBS (Tabatabai Eby Li Bae Singh), prediktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD yaitu persentase angka bebas jentik nyamuk, persentase angka penduduk miskin, ketinggian daerah dari dasar laut, fasilitas yang dibina dari kesehatan, dan kepadatan penduduk (Gusriani & Firdaniza, 2021). Pada studi model regresi spasial, prediktor-prediktor yang signifikan mempengaruhi kasus DBD berbeda-beda setiap Kecamatan di Kabupaten Bojonegoro meliputi kepadatan penduduk, fasilitas kesehatan, dan tenaga kerja kesehatan (Nisa, 2022). Berdasarkan pemilihan prediktor dari penelitian sebelumnya, tidak semua variabel prediktor digunakan karena keterbatasan data, sehingga variabel-variabel prediktor terpilih pada penelitian ini adalah persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, fasilitas kesehatan, dan tenaga kerja kesehatan.

Knowledge terkait data DBD perlu digali lebih lanjut dari informasi data historis serta pola hubungan sebab-akibatnya. Untuk mengatasi jumlah kasus DBD dibutuhkan masukan *knowledge* berupa model statistik seperti model regresi yang berguna untuk menyelidiki variabel-variabel prediktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD, sehingga model regresi menjadi masukan untuk perencanaan dan kebijakan pemerintah dan *stakeholders* dalam mengatasi peningkatan jumlah kasus DBD.

Pada penelitian terdahulu, persamaan atau model regresi sudah menjadi metode standar dalam penyelidikan hubungan sebab-akibat apakah variabel-variabel prediktor mempengaruhi variabel respon secara signifikan. Model regresi linear menjadi pilihan algoritma estimasi dalam studi *data mining* yang mana sampai sekarang masih digunakan dalam pemodelan kasus DBD (Muhajir et al., 2019). Untuk mengatasi adanya *outliers*, dikembangkan model regresi TELBS (Tabatabai Eby Li Bae Singh) pada kasus DBD dan dihasilkan model yang baik (Gusriani & Firdaniza, 2021). Pada penggunaan variabel respon ordinal, diberikan model regresi logistik ordinal untuk mengetahui prediktor yang mempengaruhi derajat keparahan penyakit DBD (Tafhamin & Indawati, 2022). Untuk kasus DBD dengan variabel respon berdistribusi poisson, digunakan model regresi poisson yang

lebih realistis karena banyaknya penderita DBD tergolong jenis *count data* yang kemungkinan berdistribusi Poisson (Sundari & Sihombing, 2021). Untuk kasus spasial, model regresi yang biasa dipakai dalam studi kasus DBD adalah model *geographically weighted poisson regression* (GWPR) yang menyelidiki setiap wilayah pemerintahan misalkan pada tingkat kecamatan dari suatu kabupaten atau kota (Nisa, 2022). Dari semua penelitian tersebut, belum ada yang mempertimbangkan adanya kasus autokorelasi pada data kasus DBD. Pada penelitian ini, diberikan pemodelan DBD untuk data deret waktu yaitu data tahunan dari jumlah penderita kasus DBD yang menjadi kebaruaran dalam penelitian ini.

Model regresi untuk data deret waktu diberikan sebagaimana analisis model regresi linear berganda dengan *serially correlated residuals* yang dimodelkan dengan model *autoregressive moving averages* (Feigelson et al., 2018). Hal ini bisa dijadikan solusi agar model tidak memiliki autokorelasi dengan mengestimasi parameter model *autoregressive* pada residual model regresi (Komalawati et al., 2021). Namun, model tersebut tidak mempertimbangkan ada tidaknya kointegrasi model. Jika data penelitian pada variabel respon dan variabel prediktor berkointegrasi, maka model regresi yang digunakan adalah model *autoregressive distributed lag* (ARDL); namun jika data penelitian pada variabel respon dan variabel prediktor stasioner tapi tidak berkointegrasi, maka model regresi yang sesuai adalah *error correction model* (ECM) (Nkoro & Uko, 2016). Model ARDL biasanya diterapkan dalam studi kasus bidang Ekonometrika dengan mempertimbangkan pengujian kointegrasi (Menegaki, 2019). Pada penelitian ini, pemodelan jumlah kasus DBD akan dilakukan dengan menggunakan model ARDL, serta jika tidak ada kasus kointegrasi maka diberikan alternatif model yaitu ECM.

Tujuan penelitian ini ialah untuk melihat pola data pada *time series plot* dari jumlah kasus DBD beserta variabel-variabel prediktornya, kemudian memodelkan jumlah kasus DBD dengan model ARDL yang berguna untuk menyelidiki variabel-variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi Dinas Kesehatan Bojonegoro yaitu masukan *knowledge* berupa model statistik terkait pemodelan jumlah kasus DBD sehingga tercipta kebijakan dan program kesehatan yang lebih efektif dan efisien dalam pencegahan peningkatan jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro. Manfaat yang diperoleh masyarakat adalah pemahaman dan kesadaran untuk lebih memperhatikan dan menjaga kesehatan dan lingkungan sekitar dari berkembangnya jentik nyamuk yang menyebabkan peningkatan jumlah kasus DBD.

Peningkatan jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro menjadi alasan untuk menyelidiki variabel-variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD. Analisis ini memuat gambaran dari evaluasi kebijakan pemerintah terkait pengurangan persentase jumlah kemiskinan, pengendalian kepadatan penduduk, peningkatan fasilitas kesehatan, dan peningkatan tenaga kerja kesehatan. Hal ini perlu menjadi perhatian khusus dalam pencegahan dan penanganan agar jumlah kasus DBD tidak meningkat dari tahun ke tahun. Dengan demikian, perlu diusulkan penelitian pada kasus DBD dengan judul “Pemodelan Jumlah Kasus Demam Berdarah *Dengue* Dengan Menggunakan Model *Autoregressive Distributed Lag*”.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

.Desain penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif yang memodelkan DBD dengan model ARDL untuk data deret waktu dengan bantuan *software* EViews. Dilakukan pengujian kointegrasi untuk pemilihan model regresi yang digunakan apakah model ARDL atau ECM. Penelitian dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel prediktor

yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro. Pengujian model regresi akan diberikan dalam pengujian stasioneritas, kointegrasi, asumsi klasik, dan signifikansi parameter, serta penilaian kebaikan model dari ukuran *R-square*, MSE, AIC, dan SBC. Demikian hingga terbentuk pemodelan jumlah kasus DBD yang menjadi masukan *knowledge* berupa model regresi untuk perencanaan atau kebijakan pemerintah dalam menanggulangi peningkatan jumlah kasus DBD.

Populasi dan Sampel

Diberikan populasi penelitian ialah warga Kabupaten Bojonegoro yang menderita DBD beserta prediktornya, sedangkan sampel diambil dari jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro yang diamati pada tahun 2008 sampai 2022. Sebagai tambahan, digunakan juga sampel yaitu data persentase jumlah kemiskinan dan jumlah penduduk yang diunduh dari publikasi BPS di Website resmi BPS Bojonegoro; serta jumlah kasus DBD, fasilitas kesehatan dan tenaga kerja kesehatan diambil di Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro.

Teknik Sampling

Teknik sampling pada penelitian ini menggunakan *purposive sampling* yang mengambil data di *database* sesuai tujuan penelitian. Sebagai contoh, sampel data historis dari kasus DBD diambil di Dinas Kesehatan Kabupaten Bojonegoro.

Subyek Penelitian

Sumber penelitian diperoleh dari pengamatan sampel yaitu data sekunder berupa data tahunan dari laporan BPS dan Dinas Kesehatan Bojonegoro pada tahun 2008 sampai 2022 di Kabupaten Bojonegoro. Digunakan skala rasio untuk semua variabel penelitian. Berikut diberikan definisi variabel penelitian yang akan diteliti:

Tabel 1. Definisi variabel-variabel penelitian dalam kasus DBD.

Variabel	Simbol	Keterangan
Respon	<i>DBD</i>	Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD)
Prediktor	<i>PJK</i>	Persentase Jumlah Kemiskinan
	<i>JP</i>	Jumlah Penduduk
	<i>FK</i>	Fasilitas Kesehatan
	<i>TKK</i>	Tenaga Kerja Kesehatan

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini diawali dengan menampilkan *time series plot* dari jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro beserta variabel-variabel prediktornya, kemudian melakukan pemodelan regresi untuk kasus DBD. Langkah analisis selanjutnya dilakukan interpretasi dan penyimpulan hasil model regresi terkait penyelidikan variabel-variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro.

Langkah analisis pada penelitian ini diberikan untuk memodelkan jumlah kasus DBD dengan bantuan *software* EViews dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) melakukan pengujian stasioneritas untuk semua *series* dengan *augmented Dickey-Fuller test*. Untuk menguji asumsi Stasioneritas pada data deret waktu, pengujian asumsi ini dalam *software* Eviews dapat dilakukan dengan *Augmented Dickey-Fuller test* yang mana menyatakan hipotesis nol (H_0) bahwa *series* tidak stasioner (Agung, 2009). Dengan kata lain, asumsi Stasioneritas tidak terpenuhi. Suatu *series* dikatakan stasioner jika nilai $P\text{-value} \leq \alpha$ (Tolak H_0) dengan α adalah taraf signifikan dan ditentukan sebesar 5%.
- 2) melakukan proses *differencing* pada lag-1 untuk semua *series* jika ada salah satu *series* yang disimpulkan non-stasioner.
- 3) melakukan pengujian kointegrasi dengan *Engle-Granger cointegration test*. Pengujian asumsi ini dalam *software* Eviews dilakukan dengan *Engle-Granger Cointegration test*

yang mana menyatakan hipotesis nol (H_0) bahwa bahwa *series* memiliki sifat Kointegrasi (Agung, 2009). Dengan kata lain, asumsi Kointegrasi terpenuhi. Suatu *series* dikatakan memiliki sifat Kointegrasi jika nilai $P\text{-value} > \alpha$ (Teima H_0) dengan α adalah taraf signifikan dan ditentukan sebesar 5%.

- 4) jika variabel respon dan variabel-variabel prediktor disimpulkan ada kointegrasi, maka digunakan model *autoregressive distributed lag* (ARDL); namun jika dihasilkan kesimpulan tidak ada kointegrasi, maka digunakan *error correction model* (ECM).
- 5) melakukan estimasi model regresi terbaik. Berikut diberikan perumusan matematis dari model sederhana ARDL(p, q) (Nkoro & Uko, 2016):

$$\phi_p(L)y_t = c + \theta_q(L)x_t + \mu_t \quad (1)$$

dengan fungsi

$$\phi_p(L)y_t = 1 - \phi_1L - \phi_2L^2 - \dots - \phi_pL^p \text{ dan } \theta_q(L)y_t = \beta_0 - \beta_1L - \beta_2L^2 - \dots - \beta_qL^q.$$

Secara umum Persamaan (1) dapat diperluas dengan perumusan matematis model ARDL(p, q_1, q_2, \dots, q_k) sebagaimana perumusan pada Peramasan (2).

$$\phi_p(L)y_t = c + \theta_{q_1}(L)x_{1,t} + \theta_{q_2}(L)x_{2,t} + \dots + \theta_{q_k}(L)x_{k,t} + \mu_t \quad (2)$$

dengan fungsi

$$\begin{aligned} \phi_p(L)y_t &= 1 - \phi_1L - \phi_2L^2 - \dots - \phi_pL^p \\ \theta_{q_1}(L)y_t &= \beta_0 - \beta_1L - \beta_2L^2 - \dots - \beta_{q_1}L^{q_1} \\ \theta_{q_2}(L)y_t &= \beta_0 - \beta_1L - \beta_2L^2 - \dots - \beta_{q_2}L^{q_2} \\ &\vdots \\ \theta_{q_k}(L)y_t &= \beta_0 - \beta_1L - \beta_2L^2 - \dots - \beta_{q_k}L^{q_k}. \end{aligned}$$

- 6) melakukan pengujian asumsi klasik, yaitu *Breusch-Godfrey serial correlation LM test* untuk pengujian asumsi autokorelasi, *Breusch-Godfrey heteroskedasticity test* untuk pengujian heteroskedastisitas, *Jarque-Bera normality test* untuk pengujian normalitas, dan pemeriksaan nilai VIF untuk kasus multikolinearitas.
 - 6.1) Pengujian asumsi autokorelasi dalam *software* EViews dilakukan dengan *Breusch-Godfrey serial correlation LM test* dengan hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak ada *serial correlation* di dalam residual model (Agung, 2009). Dengan kata lain, asumsi Autokorelasi tidak terpenuhi. Model regresi dikatakan tidak memiliki sifat Autokorelasi jika nilai $P\text{-value} > \alpha$ (Terima H_0) dengan α adalah taraf signifikan dan ditentukan sebesar 5%.
 - 6.2) Pengujian asumsi Heteroskedastisitas dilakukan dalam *software* E-View dengan *Breusch-Godfrey heteroskedasticity test* yang mana menyatakan hipotesis nol (H_0) bahwa variansi residual model bersifat Homoskedastisitas (Agung, 2009). Dengan kata lain, asumsi Heteroskedastisitas tidak terpenuhi. Model regresi dikatakan tidak memiliki sifat Heteroskedastisitas jika nilai $P\text{-value} > \alpha$ dengan α ditentukan 5% (Terima H_0).
 - 6.3) Pengujian asumsi Normalitas dilakukan *Jarque-Bera normality test* dengan hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa residual model berdistribusi Normal (Agung, 2009). Pada pengujian ini, diharapkan H_0 diterima sehingga pengujian disimpulkan bahwa Residual model berdistribusi Normal. Hipotesis nol (H_0) diterima jika nilai $P\text{-value} > \alpha$. Pada penelitian ini, nilai α ditentukan sebesar 5%.
 - 6.4) Pengujian Multikolinearitas dalam *software* E-View, digunakan pemeriksaan nilai VIF (*variance inflation factors*) (Agung, 2009). Diharapkan dalam model regresi tidak ada Multikolinearitas. Model regresi dikatakan memiliki kondisi Multikolinearitas jika nilai VIF lebih besar dari 10.
- 7) melakukan pengujian signifikansi parameter dengan *F-test* dan *t-test*. Pada pengujian

signifikansi parameter model regresi, diberikan ketentuan pengujian sebagai berikut:

7.1) Untuk menguji pengaruh bersama/simultan koefisien-koefisien model dengan uji F diberikan hipotesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$$

(Tidak ada pengaruh serentak X_1, X_2, \dots, X_k terhadap y)

$$H_1 : \beta_i \neq \beta_j ; i \neq j ; i, j = 1, 2, 3, \dots, k \text{ (Terdapat pengaruh serentak } X_1, X_2, \dots, X_k \text{ terhadap } y)$$

7.2) Untuk menguji pengaruh individu/partial koefisien-koefisien model dengan uji t diberikan hipotesis:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

(Tidak ada pengaruh partial X_1, X_2, \dots, X_k terhadap y)

$$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 1, 2, 3, \dots, k$$

(Terdapat pengaruh partial X_1, X_2, \dots, X_k terhadap y)

Pada pengujian ini, hipotesis nol (H_0) ditolak jika nilai $P\text{-value} \leq \alpha$ dengan nilai α ditentukan sebesar 5%.

- 8) melakukan interpretasi terkait penyelidikan variabel-variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi variabel respon.
- 9) melakukan penilaian $R\text{-square}$, MSE, AIC, dan SBC. Semakin besar nilai $R\text{-Square}$, semakin baik model regresi yang terbentuk. Disamping itu, digunakan juga ukuran kebaikan model regresi yang lain yaitu *mean square error* (MSE). Nilai MSE diharapkan bernilai kecil.

$$MSE = SSE/n \tag{3}$$

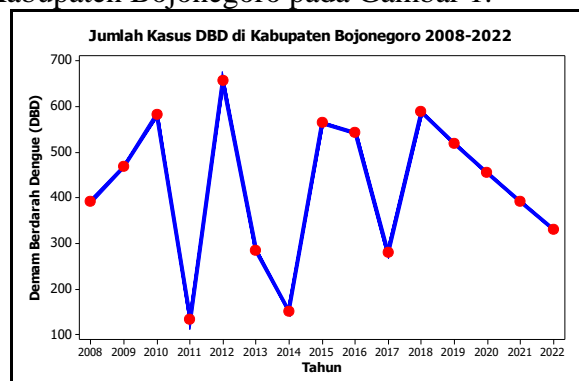
Persamaan (3) memuat nilai *sum square error* (SSE) diperoleh dari nilai output *Sum squared resid* pada output *software* EViews, serta nilai n adalah banyaknya data pengamatan. Disamping itu, diberikan ukuran AIC (*Akaike's Information Criterion*) dan SBC (*Schwarz Bayesian Information Criterion*) yang masing-masing dirumuskan secara matematis pada Persamaan (4) dan (5) (Narinc et al., 2010).

$$AIC = n \ln(MSE) + 2p \tag{4}$$

$$SBC = n \ln(MSE) + p \ln(n) \tag{5}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

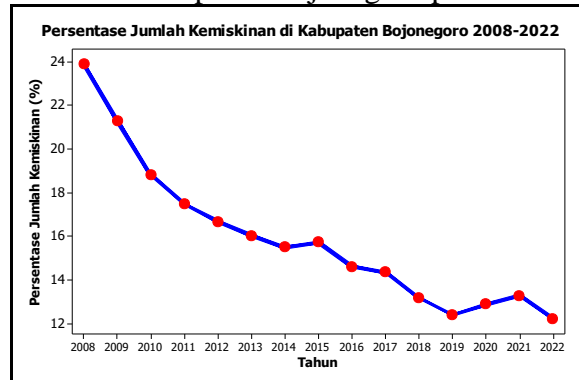
Hasil dan pembahasan yang diberikan pada penelitian ini berasal dari data tahunan jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro yang diamati pada tahun 2008 sampai 2022, serta data persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, fasilitas kesehatan, dan tenaga kerja kesehatan. Berikut akan ditampilkan secara visualisasi dari *time series plot* untuk data jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro pada Gambar 1.



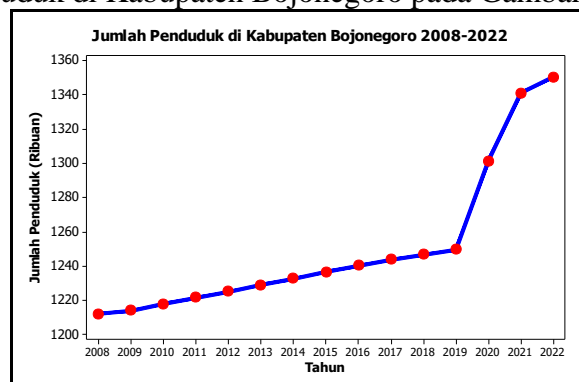
Gambar 1. *Time series plot* untuk jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro.

Pada Gambar 1, ditunjukkan gambar bahwa Kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro memiliki pola pergerakan *series* yang bergelombang seperti pola musiman 3 tahunan. Jumlah penderita

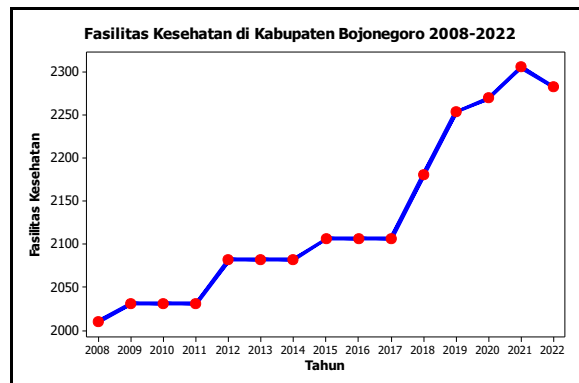
kasus DBD masih banyak dengan penurunan dalam lima tahun terakhir yaitu pada tahun 2018 sampai 2022 masing-masing sebesar 589, 519, 456, 392, dan 331 kasus. Terkadang kasus DBD ini dikaitkan dengan kondisi kemiskinan yang mana masih perlu diuji kebenarannya di Kabupaten Bojonegoro. Berikut diberikan *time series plot* untuk data persentase jumlah kemiskinan di Kabupaten Bojonegoro pada Gambar 2.



Gambar 2. *Time series plot* untuk persentase jumlah kemiskinan di Kabupaten Bojonegoro. Pada Gambar 2, disajikan gambar bahwa kemiskinan di Kabupaten Bojonegoro memiliki pola pergerakan *series* dengan pola tren penurunan di setiap tahunnya yang mana penurunan ini terjadi sampai tahun 2022 yang tercatat sebesar 12,21% jumlah penduduk miskin di Kabupaten Bojonegoro. Jumlah penduduk di suatu daerah juga menjadi variabel penting yang perlu diselidiki dalam kasus DBD karena penyebaran virus DBD bisa menular cepat dari satu orang ke orang lain melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*. Berikut diberikan *time series plot* untuk data jumlah penduduk di Kabupaten Bojonegoro pada Gambar 3.

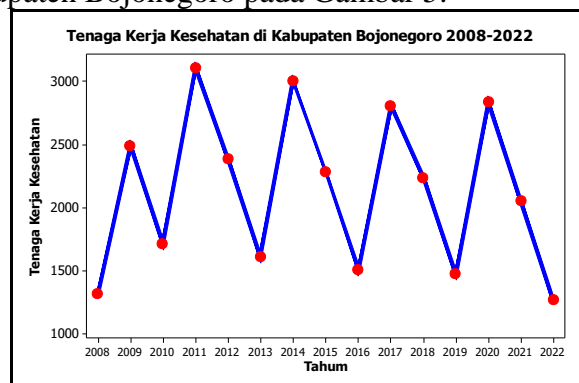


Gambar 3. *Time series plot* untuk jumlah penduduk di Kabupaten Bojonegoro. Pada Gambar 3, diberikan gambar bahwa jumlah penduduk di Kabupaten Bojonegoro memiliki pola pergerakan *series* dengan pola tren peningkatan di setiap tahunnya yang mana peningkatan ini terjadi sampai tahun 2022 yang tercatat sebesar 1.350.650 orang. Dari peningkatan jumlah penduduk ini seharusnya diimbangi juga dengan peningkatan fasilitas kesehatan dan tenaga kerja kesehatan. Berikut diberikan *time series plot* untuk data fasilitas kesehatan di Kabupaten Bojonegoro pada Gambar 4.



Gambar 4. *Time series plot* untuk fasilitas kesehatan di Kabupaten Bojonegoro.

Pada Gambar 4, dihasilkan gambar bahwa jumlah fasilitas kesehatan di Kabupaten Bojonegoro memiliki pola pergerakan *series* dengan pola tren peningkatan di setiap tahunnya yang mana peningkatan ini terjadi sampai tahun 2022 yang tercatat sudah ada 2.282 yang dihitung dari banyaknya Rumah Sakit, Rumah Sakit Bersalin, Poliklinik, Puskesmas, Puskesmas pembantu, Posyandu, Klinik, Polindes, dan Apotek. Peningkatan jumlah fasilitas kesehatan ini sejalan dengan tren peningkatan dari jumlah penduduk di Kabupaten Bojonegoro. Peningkatan fasilitas kesehatan ini membuka lapangan kerja bagi tenaga kerja kesehatan di Kabupaten Bojonegoro. Berikut diberikan *time series plot* untuk data tenaga kerja kesehatan di Kabupaten Bojonegoro pada Gambar 5.



Gambar 5. *Time series plot* untuk tenaga kerja kesehatan di Kabupaten Bojonegoro.

Pada Gambar 5, ditunjukkan gambar bahwa jumlah tenaga kerja kesehatan di Kabupaten Bojonegoro memiliki pola pergerakan *series* yang bergelombang seperti pola musiman 3 tahunan. Jumlah tenaga kerja yang ada di Kabupaten Bojonegoro dalam lima tahun terakhir yaitu pada tahun 2018 sampai 2022 masing-masing sebesar 2235, 1467, 2833, 2047, dan 1261 orang.

Pada pemodelan kasus DBD, akan dilakukan estimasi model ARDL dengan bantuan *software* Eviews. Pengujian model dilakukan dengan pengujian stasioneritas, kointegrasi, asumsi klasik, dan signifikansi parameter serta penilaian kebaikan model yaitu *R-square*, MSE, AIC, dan SBC. Berikut diberikan pengujian stasioner dengan uji ADF (*Augmented Dickey-Fuller*) untuk setiap *series* pada Tabel 2.

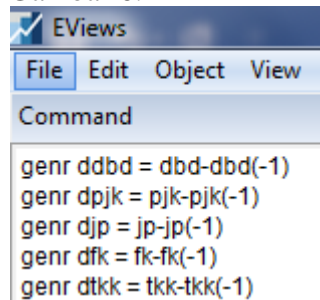
Tabel 2. Ringkasan hasil dari pengujian Stasioneritas.

Variabel	Simbol	Statistik <i>t</i>	<i>p-value</i>
Respon	<i>DBD</i>	-4,0799	0,0342*
Prediktor	<i>PJK</i>	-3,8063	0,0488*
	<i>JP</i>	0,0915	0,9914
	<i>FK</i>	-2,9774	0,1806

Variabel	Simbol	Statistik t	p -value
	TKK	-5,2394	0,0060*

*signifikan untuk nilai α sebesar 5%.

Dari Tabel 2, diperoleh hasil pengujian bahwa terdapat beberapa *series* yang tidak stasioner seperti pada *series JP* dan *FK*. Demikian hingga, semua *series* akan diberikan perlakuan *diffencing* pada lag-1 seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Perintah Eviews untuk melakukan proses *diffencing* pada lag-1.

Pada Gambar 6, proses *diffencing* pada suatu *series* yaitu $dZ_t = Z_t - Z_{t-1}$ diartikan sebagai selisih atau perbedaan yang menggambarkan peningkatan jika nilainya positif dan penurunan jika nilainya negatif. Setelah proses *diffencing*, dilakukan pengujian integritas dengan *Engle-Granger cointegration test* untuk semua *series* secara bersama (*group*) yang diberikan ringkasannya pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan hasil dari pengujian Kointegritas.

Variabel	Simbol	Statistik z	p -value
Respon	$dDBD$	-19,0467	0,0079*
Prediktor	$dPJK$	-7,5841	0,9199
	dJP	-7,3301	0,9314
	dFK	-9,4694	0,8034
	$dTKK$	-9,2257	0,7920

*signifikan untuk nilai α sebesar 5%.

Dari Tabel 3, didapatkan hasil pengujian bahwa hanya ada satu *series* saja yang memiliki sifat kointegrasi yaitu *series dDBD*. Dengan demikian, diterapkan pemodelan DBD dengan model ARDL dengan distribusi lag hanya diberikan pada variabel *dDBD*.

Dari hasil percobaan untuk lag berapapun pada variabel *dDBD* secara *fixed lag*, diperoleh hasil model ARDL terbaik yaitu model ARDL(1,0,0,0) yang mana ringkasan hasil pengujian signifikansi dan ukuran kebaikan model diberikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan hasil dari pengujian signifikansi parameter dan ukuran kebaikan model.

Variabel	Respon $dDBD$		
Prediktor	Koefisien	Statistik t	p -value
$dDBD(-1)$	-0,6756	-3,4585	0,0106*
$dPJK$	7,1139	0,0849	0,9347
dJP	-0,8721	-0,2114	0,8386

PEMODELAN JUMLAH KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE DENGAN MENGGUNAKAN MODEL AUTOREGRESSIVE DISTRIBUTED LAG

Denny Nurdiansyah, Agus Sulistiawan

Vol. 4, No. 3, December 2023 hal. 1965-1977

DOI Artikel: 10.46306/lb.v4i3.526

<i>dFK</i>	1,6281	0,8444	0,4264
<i>dTKK</i>	-0,1698	-2,8656	0,0241*
<i>C</i>	-43,9734	-0,3874	0,7100
<hr/>			
Statistik <i>F</i>	4,8735		
<i>p-value</i>	0,0306*		
<hr/>			
<i>R-Square</i>	0,7768		
<i>MSE</i>	14857,08		
<i>AIC</i>	13,5103		
<hr/>			
<i>SBC</i>	13,7710		

*signifikan untuk nilai α sebesar 5%.

Dari Tabel 4, diperoleh model ARDL terbaik secara *fixed lag* yaitu model ARDL(1,0,0,0) dengan perumusan secara matematis pada Persamaan (6) berikut.

$$dDBD_t = -43,9734 + 7,1139 dPJK_t - 0,8721 dJP_t + 1,6281 dFK_t - 0,1698 dTKK_t - 0,6756 dDBD_{t-1} + e_t \quad (6)$$

Setelah proses estimasi model ARDL, dihasilkan pengujian asumsi klasik yang harus diamati sebelum melakukan interpretasi dan penyimpulan hasil model regresi. Berikut diberikan tabel ringkasan pengujian asumsi klasik yang memuat pengujian asumsi Autokorelasi, Heteroskedastisitas, Normalitas, dan Multikolinieritas pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan hasil dari pengujian Asumsi Klasik.

Pengujian Asumsi	Uji	Statistik	<i>p-value</i>
Autokorelasi	<i>Breusch-Godfrey</i>	0,5244	0,6212
Heteroskedastisitas	<i>Breusch-Godfrey</i>	3,5491	0,0645
Normalitas	<i>Jarque-Bera</i>	0,7402	0,6906
<hr/>			
Multikolinieritas	VIF		
<i>dDBD(-1)</i>	1,2014		
<i>dPJK</i>	1,7289		
<i>dJP</i>	1,6219		
<i>dFK</i>	1,3098		
<i>dTKK</i>	1,3607		

*signifikan untuk nilai α sebesar 5%.

Dari Tabel 5, diperoleh hasil pengujian bahwa model regresi yang terbentuk sudah lolos pengujian asumsi klasik. Residual model regresi tidak memiliki sifat Autokorelasi dan Heteroskedastisitas karena nilai *p-value* diatas 5%. Residual model regresi memenuhi distribusi Normal sehingga asumsi Normalitas terpenuhi karena nilai *p-value* diatas 5%. Pada Persamaan (6) tidak memuat adanya kasus multikolinieritas karena nilai VIF dibawah 10 semua untuk setiap prediktor. Dengan demikian, hasil estimasi model regresi sudah boleh dilakukan proses interpretasi dan penyimpulan hasil model regresi.

Dari Tabel 4, diperoleh kesimpulan pengujian signifikansi model regresi terkait Uji *F* bahwa terdapat pengaruh yang signifikan secara bersama variabel persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, fasilitas kesehatan, dan tenaga kesehatan terhadap variabel jumlah kasus DBD. Hasil yang lain pada pengujian signifikansi model regresi terkait Uji *t* diberikan hasil bahwa:

1. Diperoleh pengaruh signifikan dari variabel distribusi lag $dDBD(-1)$ terhadap variabel respon $dDBD$ sebesar $-0,6756$. Hal ini berarti bahwa terdapat pengaruh jangka panjang dari penurunan atau peningkatan jumlah kasus DBD. Diberikan kesimpulan bahwa jumlah kasus DBD perlu terus dicegah dan diantisipasi di Kabupaten Bojonegoro pada tahun-tahun berikutnya.
2. Diperoleh pengaruh tidak signifikan secara individu dari variabel prediktor $dPJK$, dJP , dan dFK terhadap variabel respon $dDBD$. Hal ini diartikan jika terdapat peningkatan atau penurunan secara individu 1 satuan dari selisih persentase jumlah kemiskinan, selisih jumlah penduduk, dan selisih jumlah fasilitas kesehatan tiap tahun, maka selisih jumlah kasus DBD tiap tahun tidak akan terpengaruh. Diberikan kesimpulan bahwa tidak ada pengaruh secara individu yang signifikan persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, dan fasilitas kesehatan terhadap jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro.
3. Diperoleh pengaruh signifikan dari variabel prediktor $dTKK$ terhadap variabel respon $dDBD$ sebesar $-0,1698$. Hal ini diartikan jika terdapat peningkatan 1 orang dari selisih jumlah tenaga kerja tiap tahun, maka akan ada penurunan selisih jumlah kasus DBD tiap tahun sebesar $0,1698$; jika terdapat penurunan 1 orang dari selisih jumlah tenaga kerja tiap tahun, maka akan ada peningkatan selisih jumlah kasus DBD tiap tahun sebesar $0,1698$. Diberikan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan tenaga kerja kesehatan terhadap jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro.

Dari Tabel 4, diperoleh ukuran kebaikan model dengan nilai R -square sebesar $0,7768$, artinya keragaman variabel $dDBD$ yang mampu dijelaskan oleh variabel prediktor $dDBD(-1)$, $dPJK$, dJP , dFK , dan $dTKK$ secara bersama sebesar $77,68\%$ dan sisanya $22,32\%$ dijelaskan oleh variabel *residual* yang mewakili variabel prediktor lain yang belum dimasukkan ke dalam model regresi, sedangkan nilai MSE diperoleh nilai yang besar karena data *series* masih kurang dan terkendala keterbatasan data sehingga perlu studi lebih lanjut. Dari nilai AIC dan SBC, diperoleh nilai yang kecil sehingga model ARDL yang terbentuk masih *parsimony*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini diberikan sebagai berikut:

1. Pergerakan data *series* pada jumlah kasus DBD memiliki pola musiman 3 tahunan dan jumlah kasus DBD masih banyak dalam lima tahun terakhir, pada persentase jumlah kemiskinan terdapat pola penurunan tiap tahunnya, pada jumlah penduduk dan fasilitas kesehatan ada pola peningkatan tiap tahunnya, dan pada tenaga kerja ada pola musiman 3 tahunan.
2. Ada beberapa *series* yang tidak stasioner sehingga perlu dilakukan proses *differencing*, kemudian *series* jumlah kasus DBD memiliki sifat kointegrasi (pengaruh jangka panjang). Dengan demikian, dihasilkan model regresi terbaik adalah model ARDL(1,0,0,0,0) yang telah lolos asumsi klasik.
3. Di Kabupaten Bojonegoro, jumlah kasus DBD memiliki pengaruh jangka panjang sehingga perlu terus dicegah dan diantisipasi pada tahun-tahun berikutnya, kemudian secara individu persentase jumlah kemiskinan, jumlah penduduk, dan fasilitas kesehatan tidak signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD. Di sisi lain, tenaga kerja kesehatan signifikan mempengaruhi penurunan jumlah kasus DBD di Kabupaten Bojonegoro.
4. Diperoleh ukuran kebaikan model ARDL yaitu R -square sebesar $77,68\%$. Diperoleh MSE yang masih besar tetapi model regresi sudah *parsimony* berdasarkan ukuran AIC dan SBC.

Saran yang bisa diberikan dari kesimpulan hasil penelitian untuk studi lebih lanjut adalah:

1. Pada pengamatan data statistik perlu ditambahkan berbagai macam grafik statistik lain yang mungkin bisa digunakan seperti: *Box plot*, dll.
2. Tidak semua kemungkinan *fixed lag* menghasilkan estimasi model ARDL dengan parameter yang unik, sehingga perlu pengembangan metode pemilihan model lebih lanjut.
3. Pada penelitian DBD ini variabel penelitian yang digunakan masih kurang karena keterbatasan data yang bisa diakses, sehingga memungkinkan penelitian lebih lanjut terhadap variabel-variabel lain yang berkemungkinan mempengaruhi jumlah kasus DBD, seperti variabel cuaca atau yang lain.

Diperoleh model ARDL yang baik dengan kekurangan pada hasil MSE yang besar memungkinkan penelitian lebih lanjut dengan data yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa. (2022). *Pemkab Bojonegoro Intensifkan Gerakan 1 Rumah 1 Jumantik untuk Berantas DBD*. PEMKAB Bojonegoro. <https://bojonegorokab.go.id/berita/6313/pemkab-bojonegoro-intensifkan-gerakan-1-rumah-1-jumantik-untuk-berantas-dbd>
- Agung, I. G. N. (2009). Time Series Data Analysis Using EViews. In *Time Series Data Analysis Using EViews*. John Wiley & Sons.
- Aulia, F., Yanuar, F., & Rahmi Hg, I. (2020). Analisis Laju Kesembuhan Pasien Demam Berdarah Dengue Dengan Menggunakan Model Regresi Cox Proportional Hazard. *Jurnal Matematika UNAND*, 9(2), 115–120. <https://doi.org/10.25077/jmu.9.2.115-120.2020>
- Efendi, Y., Khayudin, B. A., & Julianto, E. K. (2020). Sama Rasa Debar (Sehat Bersama Masyarakat Sadar Demam Berdarah). *Jurnal Humanis : Jurnal Pengabdian Masyarakat STIKes ICsada Bojonegoro*, 5(1), 37–41.
- Feigelson, E. D., Jogesh Babu, G., & Caceres, G. A. (2018). Autoregressive times series methods for time domain astronomy. *Frontiers in Physics*, 6(80), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphy.2018.00080>
- Gusriani, N., & Firdaniza, F. (2021). Model Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Majalengka Tahun 2016 Berdasarkan Regresi TELBS. *Jurnal Matematika Integratif*, 17(1), 5–14. <https://doi.org/10.24198/jmi.v17.n1.32682.5-13>
- Komalawati, Romdon, A. S., & Saidah, Z. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Rumah Tangga Di Indonesia Factors Affecting Consumption Households in Indonesia. *Jurnal KaliAgri*, 3(2), 1–11.
- Menegaki, A. N. (2019). The ARDL method in the energy-growth nexus field; best implementation strategies. *Economies*, 7(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/economies7040105>
- Muhajir, A. R., Sutoyo, E., & Darmawan, I. (2019). Forecasting Model Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Provinsi DKI Jakarta Menggunakan Algoritma Regresi Linier Untuk Mengetahui Kecenderungan Nilai Variabel Prediktor Terhadap Peningkatan Kasus. *Fountain of Informatics Journal*, 4(2), 33–40.
- Narinc, D., Karaman, E., Firat, M. Z., & Aksoy, T. (2010). Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(14), 1961–1966. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.1961.1966>
- Nisa, K. (2022). Penerapan Model Geographically Weighted Poisson Regression untuk Demam Berdarah Dengue Di Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Statistika Dan Komputasi*, 1(1), 12–22. <https://doi.org/10.32665/statkom.v1i1.444>
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric*

Methods, 5(4), 63–91.

- Nugraha, D. Y., Jufri, M., Nurdiansyah, D., Suardi, & Nasruddin, D. (2020). Psychological Factors Associated with Quality of Life during the Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic: A Sem Analysis in an Context Employee. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(SP7), 826–844. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP7/20202174>
- Nurdiansyah, D., & Wafa, K. (2021). Penerapan Model Exponential Smoothing berbasis Metode Evolutionary pada Kasus COVID-19 dan DBD di Bojonegoro. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 6(3), 174–181. <https://doi.org/10.22146/jkesvo.65937>
- Prabowo, E., Sasongko, H. P., & Puspitasari, L. A. (2020). Hubungan Kebersihan Lingkungan dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes Aegypti di Desa Tamanagung Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Rustida*, 7(1), 45–52. <https://doi.org/10.55500/jikr.v7i1.100>
- Saleh, M., Aeni, S., Gafur, A., & Basri, S. (2018). Hubungan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan Keberadaan Jentik Nyamuk Aedes aegypti di Wilayah Kerja Puskesmas Pancana Kab. Barru. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(2), 93–98.
- Sundari, M., & Sihombing, P. R. (2021). Penanganan Overdispersi Pada Regresi Poisson (Studi Kasus: Pengaruh Faktor Iklim Terhadap Jumlah Penderita Penyakit Demam Berdarah di Kota Bogor). *Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 2(1), 1–9.
- Tafhamin, D. A., & Indawati, R. (2022). Regresi Logistik Ordinal Untuk Menganalisis Faktor Yang Mempengaruhi Derajat Keparahan Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Kota Surabaya. *Peran Mikronutrisi Sebagai Upaya Pencegahan Covid-19*, 12(3), 517–526.