

Fuzzy Time Series Saxena Easo on Forecasting the Number of Dengue Hemorrhagic Fever Cases in Bengkulu Province

Fuzzy Time Series Saxena Easo pada Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue di Provinsi Bengkulu

Septri Damayanti^{1*}, Siska Yosmar², Nurul Hidayati³, Ratna Widayati⁴, Bunga Aulya Warrahma⁵

^{1,2,4,5}Program Studi S1 Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

³Program Studi S1 Statistika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

Email: septridamayanti@unib.ac.id, siskayosmar@unib.ac.id, nurulhidayati@unib.ac.id, rwidayati@unib.ac.id, bungaaulya@gmail.com.

*Corresponding author

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a viral infectious disease that is transmitted through mosquitoes and is a public health problem in the world. Untreated *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF) can trigger extraordinary events (KLB), severe dengue and even cause death. Tropical countries like Indonesia cause cases of *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF) to be found in almost all provinces. This disease is endemic, especially in Bengkulu Province. The increase and decrease in the number of cases can also be seen using forecasting methods. The time series forecasting method used in this research is the *Saxena-Easo fuzzy time series*. Where this method is a modification and refinement of the previous method, namely the *Stevenson & Porter fuzzy time series* method. The *Stevenson & Porter* method changes the actual data into percentage change which was then developed by *Saxena Easo* with modifications to the number of data intervals. The data developed by *Saxena Easo* is dividing the number of intervals into sub-intervals based on the number of frequencies. This research aims to predict the number of *Dengue Hemorrhagic Fever* cases in Bengkulu Province from the 1st week of 2022 to the 24th week of 2024, and compare it with existing data on the number of cases. Based on the research, the results of the accuracy level of the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) in forecasting the number of cases of *Dengue Hemorrhagic Fever* in Bengkulu Province using the FTS *Saxena Easo* method obtained a value of 0.359637893 or 3.5%, so the forecast accuracy value obtained is included in the criteria for very good forecasting, because it has an accuracy value below 10%. It can be said that the comparison between actual data and forecasts is not much different.

Keywords: Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), Bengkulu Province, Forecasting, Fuzzy Time Series Saxena Easo



JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya Warrahma

Abstrak

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit infeksi virus yang ditularkan melalui nyamuk dan menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia. Demam Berdarah *Dengue* (DBD) yang tidak tertangani dapat memicu terjadinya kejadian luar biasa (KLB), *dengue* berat dan hingga menyebabkan kematian. Negara tropis seperti Indonesia menyebabkan kasus penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) ditemukan hampir di seluruh provinsi. Penyakit ini menjadi endemik khususnya di Provinsi Bengkulu. Peningkatan dan penurunan jumlah kasus ini dapat dilihat juga menggunakan metode peramalan. Metode peramalan *time series* yang digunakan dalam penelitian ini ialah *fuzzy time series Saxena-Easo*. Di mana metode ini ialah modifikasi dan penyempurnaan dari metode sebelumnya, yaitu metode *fuzzy time series Stevenson & Porter*. Pada metode *Stevenson & Porter* mengubah data aktual ke dalam bentuk persentase perubahan yang kemudian dikembangkan oleh *Saxena Easo* dengan modifikasi pada jumlah interval data. Data yang dikembangkan oleh *Saxena Easo* yaitu pembagian jumlah interval ke dalam sub interval berdasarkan jumlah frekuensi. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* di Provinsi Bengkulu dari minggu ke-1 tahun 2022 hingga minggu ke-24 tahun 2024, dan membandingkannya dengan data jumlah kasus yang telah ada. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil tingkat keakuratan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada peramalan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu dengan menggunakan metode ialah *fuzzy time series Saxena Easo* diperoleh nilai sebesar 0,359637893 atau 3,5%, sehingga nilai akurasi peramalan yang didapatkan termasuk ke dalam kriteria peramalan yang sangat baik, karena memiliki nilai akurasi berada dibawah 10%. Dapat dikatakan perbandingan antara data aktual dan peramalan nya tidak jauh berbeda.

Kata kunci: Demam Berdarah *Dengue* (DBD), Provinsi Bengkulu, Peramalan, *Fuzzy Time Series Saxena Easo*

1. PENDAHULUAN

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit infeksi virus yang ditularkan melalui nyamuk dan menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia [1]. Menurut Menteri Kesehatan Republik Indonesia Budi G. Sadikin dalam [2], pada awal tahun 2020, WHO memasukkan Demam Berdarah *Dengue* (DBD) sebagai salah satu ancaman kesehatan global di antara 10 penyakit lainnya. Demam Berdarah *Dengue* (DBD) yang tidak tertangani dapat memicu terjadinya kejadian luar biasa (KLB), *dengue* berat dan hingga menyebabkan kematian. Daerah tropis yang keadaan iklimnya cenderung tinggi curah hujan akan mempengaruhi perkembangbiakan nyamuk sebagai vektor penyebaran. Negara tropis seperti Indonesia menyebabkan kasus penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) ditemukan hampir di seluruh provinsi, penyakit ini menjadi endemik khususnya di Provinsi Bengkulu [3].

Dinas Kesehatan (Dinkes) Provinsi Bengkulu mencatat sejak Januari hingga Desember 2023, tercatat 1.443 warga Provinsi Bengkulu terjangkit penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di tahun 2023 ini mengalami penurunan dari tahun 2022 lalu. Dimana terdapat 1.798 kasus yang terjangkit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu. Meski kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu turun, untuk mengantisipasi Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu, pihak Dinkes akan terus melakukan edukasi dan penyuluhan kepada masyarakat terkait kebersihan lingkungan. Kondisi ini membuat Pemprov Bengkulu melakukan langkah antisipatif agar penyakit yang disebabkan nyamuk *aedes aegypti* ini terus tidak terus melonjak. Peningkatan dan penurunan jumlah kasus ini dapat dilihat juga menggunakan metode peramalan.

Terdapat berbagai macam metode analisa yang dapat dilakukan untuk menghasilkan suatu peramalan yang akurat. Salah satu analisa yang baik ialah analisa *time series*. Analisa *time series*

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

adalah analisa yang melibatkan penggunaan data deret waktu untuk membuat suatu model yang akan digunakan berdasarkan pola data histori. *Time series* merupakan data yang terdiri dari satu objek dan terdapat beberapa periode waktu, misalnya harian, mingguan, bulanan, triwulan, dan tahunan [4].

Salah satu metode *time series* yang sering digunakan ialah *fuzzy time series*. Di mana pada metode ini akan berkaitan dengan *fuzzy logic* yang dapat memberikan solusi dalam penalaran dan pengambilan keputusan permasalahan kehidupan sehari-hari manusia. Di dalam metode *fuzzy time series* terdapat banyak metode, salah satunya ialah *fuzzy time series Saxena-Easo*. Di mana metode ini ialah modifikasi dan penyempurnaan dari metode sebelumnya, yaitu metode *fuzzy time series Stevenson & Porter*. Pada metode *Stevenson & Porter* mengubah data aktual ke dalam bentuk persentase perubahan yang kemudian dikembangkan oleh *Saxena Easo* dengan modifikasi pada jumlah interval data. Data yang dikembangkan oleh *Saxena Easo* yaitu pembagian jumlah interval ke dalam sub interval berdasarkan jumlah frekuensi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [5] yang menggunakan data mahasiswa yang masuk di Universitas Alabama antara kurun waktu 1971-1992. Tujuan dari penelitian tersebut adalah memperbaiki akurasi metode *fuzzy time series Stevenson & Porter* dengan menentukan interval *fuzzy* berdasarkan pembagian jumlah frekuensi dari masing masing interval awal. [6] juga meneliti tentang *fuzzy time series Saxena-Easo* pada peramalan laju inflasi Indonesia. Peramalan menggunakan FTS *Saxena-Easo* memberikan hasil peramalan yang lebih mendekati data aktual dibandingkan dengan hasil peramalan pada metode ARIMA. Selanjutnya, [7] menggunakan model *Saxena-Easo* sebagai pembandingan Model *Chen Hsu* untuk memprediksi harga emas. Di mana hasil dari penelitian ini model *Saxena-Easo* mempunyai hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan model *Chen Hsu*.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, metode *fuzzy time series Saxena Easo* merupakan pengembangan dari metode *fuzzy time series* lainnya dan metode ini juga termasuk yang terbaru, sehingga Penulis menggunakan metode ini untuk meramalkan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu. Mengingat dirasa perlu adanya inovasi dan transformasi kesehatan untuk melihat peningkatan dan penurunan kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Pandemi COVID-19 memberikan pelajaran berharga bahwa koordinasi, kolaborasi lintas sektor, dan solidaritas bukan hanya sebuah konsep, akan tetapi merupakan sebuah kekuatan yang sangat mendasari dalam transformasi kesehatan. Melalui transformasi kesehatan, penanggulangan Demam Berdarah *Dengue* (DBD) ini akan lebih mensinergiskan langkah kita semua untuk bekerja sama menanggulangi Demam Berdarah *Dengue* (DBD) menuju *zero death* pada tahun 2030.

Penelitian ini memfokuskan pada data kasus DBD riil di Provinsi Bengkulu, yang memiliki pola musiman dan fluktuasi tajam akibat faktor lingkungan dan iklim. Dibandingkan dengan metode FTS lain, pendekatan *Saxena Easo* menawarkan keunggulan dalam hal penyesuaian jumlah himpunan fuzzy dan pemetaan logika fuzzy yang lebih fleksibel terhadap perubahan pola data. Hal ini terbukti dalam hasil peramalan yang lebih presisi, khususnya pada bulan-bulan dengan jumlah kasus ekstrem. Dalam beberapa studi sebelumnya, nilai error cenderung meningkat pada titik-titik puncak wabah, sedangkan dalam penelitian ini, metode *Saxena Easo* mampu menjaga kestabilan akurasi prediksi.

Meskipun metode *Saxena-Easo* telah ada sebelumnya, penggunaannya di artikel ini bukan sekadar penerapan ulang (replikasi). Justru, artikel ini menyajikan konteks data yang benar-benar baru yang menyesuaikan formulasi metode dengan karakteristik data kasus DBD, dengan karakteristik temporal, jumlah kasus, dan dinamika berbeda dibanding studi yang pernah dilakukan. Hasil peramalan dikaitkan dengan kebijakan dan potensi pencegahan DBD di Bengkulu. Artinya,

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya Warrahma

interpretasi dan rekomendasi hasil bersifat orisinal dan kontekstual. Dengan adanya perbedaan dalam konteks data, modifikasi pendekatan, dan hasil evaluasi, maka dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dalam penelitian ini bersifat baru dan original. Penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dalam literatur *Fuzzy Time Series*, khususnya dalam penerapannya untuk data penyakit menular di Indonesia terutama di Provinsi Bengkulu.

Oleh karena itu, Penulis tertarik untuk mengangkat penelitian dengan judul “*Fuzzy Time Series Saxena Easo* pada Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu”. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah kasus Demam Berdarah (*Dengue*) di Provinsi Bengkulu dan membandingkan dengan data jumlah kasus yang telah ada. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah untuk menetapkan kebijakan-kebijakan dalam penanggulangan Demam Berdarah *Dengue* (DBD) yang dapat menjadi acuan. Dengan semakin meningkatnya jumlah kasus yang dilaporkan, dan semakin luasnya penyebaran Demam Berdarah *Dengue* (DBD) maka sangat diperlukan langkah strategis, inovatif, sinergis dan berkelanjutan di dalam penanggulangan Demam Berdarah *Dengue* (DBD).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Objek Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu mulai dari minggu ke-1 tahun 2022 hingga minggu ke-24 tahun 2024 dengan jumlah data sebanyak 128 data. Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu dengan menggunakan *FTS Saxena-Easo*. Data ini diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu.

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) sebagai penyakit infeksi akut dengan penyebab virus *dengue*. Virus ini merupakan sebuah virus RNA untai positif yang berada di genus *Flavivirus* dari famili *Flaviviridae* yang mempunyai 4 serotipe yaitu (DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4) [8]. Menurut [9], Penyakit DBD mewabah lewat gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* betina yang terdapat virus *dengue* dalam tubuhnya. Terdapat beberapa nyamuk lain yang dapat menjadi vektor DBD yaitu nyamuk *Aedes Polynesiensis*, *Aedes Scutellaris* dan *Aedes Albopictus* namun jenis ini lebih sedikit ditemukan. Nyamuk *Aedes aegypti* umumnya berukuran kecil dengan tubuh berwarna hitam pekat, memiliki dua garis vertikal putih di punggung dan garis-garis putih horizontal pada kaki. Demam Berdarah *Dengue* (DBD) dapat dijumpai di hampir setiap belahan dunia teristimewa di Negara tropik dan subtropik. Kejadian Luar Biasa (KLB) *dengue* sering terjadi ketika terdapat peningkatan intensitas curah hujan yang menyebabkan peningkatan aktivitas vektor *dengue* [10].

Gejala utama penyakit DBD meliputi demam mendadak yang tinggi, mencapai suhu hingga 39 derajat celsius. Demam ini berlangsung terus-menerus selama 2-7 hari, kemudian turun dengan cepat. Gejala lain yang biasanya terjadi adalah nyeri kepala, menggigil, lemas, nyeri di belakang mata, otot, dan tulang, ruam kulit kemerahan, kesulitan menelan makanan dan minuman, mual, muntah, gusi berdarah, mimisan, timbul bintik-bintik merah pada kulit, muntah darah, dan buang air besar berwarna hitam. Pada fase kritis penyakit ini, suhu tubuh menurun dan tubuh terasa dingin, meskipun penderita mungkin merasa seperti sudah sembuh. Namun, pada fase ini perlu waspada karena dapat terjadi sindrom syok *dengue* yang dapat mengancam jiwa [11].

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

2.2 Fuzzy Time Series Saxena-Easo

Tahun 2012, Saxena dan Easo melakukan pengembangan pada *fuzzy time series Stevenson & Porter* dengan memodifikasi jumlah interval data. Data yang dikembangkan oleh Saxena dan Easo yaitu pembagian jumlah interval ke dalam sub interval berdasarkan jumlah frekuensi. Adapun langkah-langkah prediksi data pada *Fuzzy Time Series Saxena-Easo*, yaitu [7]:

1. Menghitung Presentase Perubahan

Langkah pertama pada *fuzzy time series Saxena-Easo* yaitu mengubah data ke dalam persentase perubahan. Persentase perubahan merupakan besar perubahan t dengan $t + 1$. Dengan menggunakan rumus Persamaan (2.1) [12].

$$P_{ha} = \left(\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \right) \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

P_{ha} adalah persentase perubahan

x_t adalah nilai aktual waktu sekarang

x_{t-1} adalah nilai aktual sebelumnya

2. Mengidentifikasi Himpunan Semesta U

Pada tahap ini, ditentukan nilai minimum (D_{min}) dan maksimum (D_{max}) dari data histori. Kemudian menentukan nilai D_1 dan D_2 , dimana nilai tersebut ditentukan secara bebas oleh peneliti selama kedua nilai bilangan tersebut masih real positif. Nilai D_1 dan D_2 bertujuan untuk mempermudah dalam pembentukan interval. Definisi himpunan semesta U dan dibagi menjadi interval dengan jarak yang sama menggunakan rumus berikut:

$$U = \{D_{min} - D_1, D_{max} + D_2\} \quad (2.2)$$

3. Menentukan Interval

Pada tahap ini, himpunan semesta U dipartisi menjadi beberapa bagian dengan interval kelas (n) yang sama beda dengan menggunakan rumus *Sturges* berikut:

$$n = 1 + 3.322 \log N \quad (2.3)$$

dimana, N adalah jumlah data histori.

Kemudian menentukan lebar interval I dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{(D_{max} + D_2) - (D_{min} + D_1)}{n} \quad (2.4)$$

dengan D_{min} adalah data terkecil, D_{max} adalah data terbesar dan n adalah jumlah interval.

Selanjutnya dibentuk interval kelas $u_1, u_2, \dots, u_n$ dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} u_1 &= (D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + I) \\ u_2 &= (D_{min} - D_1 + I, D_{min} - D_1 + 2I) \\ u_3 &= (D_{min} - D_1 + 2I, D_{min} - D_1 + 3I) \\ &\vdots \\ u_n &= (D_{min} - D_1 + (n-1)I, D_{min} - D_1 + nI) \end{aligned} \quad (2.5)$$

4. Menentukan Sub Interval

Himpunan *fuzzy* disebut juga dengan istilah himpunan kabur, yang memiliki nilai keanggotaan pada himpunan *fuzzy* berada pada interval $[0,1]$. Jika U adalah himpunan semesta dimana $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, maka suatu himpunan *fuzzy* A_i atas U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \left\{ \frac{u_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{u_{A_i}(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{u_{A_i}(u_n)}{u_n} \right\} \quad (2.6)$$

dimana $u_{A_i}(u_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $u_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq n$ (n merupakan banyak interval kelas).

Nilai derajat keanggotaan ($u_{A_i}(u_j)$) didefinisikan sebagai berikut:

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

$$u_{Ai}(u_j) = \begin{cases} 1 & ; i = j \\ 0.5 & ; j = i - 1 \text{ atau } j = i + 1 \\ 0 & ; \text{lainnya.} \end{cases} \quad (2.7)$$

Berdasarkan Persamaan (2.5) dan (2.6) diperoleh himpunan fuzzy $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \left\{ \frac{1}{u_i} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_n} \right\}, \\ A_2 &= \left\{ \frac{0.5}{u_i} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_n} \right\}, \\ A_3 &= \left\{ \frac{0}{u_i} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_n} \right\}, \\ &\vdots \\ A_n &= \left\{ \frac{0}{u_i} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0.5}{u_{n-1}} + \frac{0}{u_n} \right\}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

dimana $u_n (j = 1, 2, \dots, n)$ adalah interval kelas ke- j dan bilangan yang diberi simbol ' - ' menyatakan nilai keanggotaan u_j dalam suatu $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ yang nilainya ialah 0, 0.5, atau 1. Simbol '+' tidak menyatakan penjumlahan, tetapi untuk memisahkan unsur u_1 dengan u_2 seperti tanda ',' pada himpunan umumnya.

5. **Fuzzyfikasi Data**

Fuzzyfikasi data merupakan hasil prediksi data dalam bentuk presentase perubahan. Berikut merupakan rumus untuk menghitung fuzzyfikasi data:

$$t_j = \begin{cases} \frac{1+0.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0.5}{a_2}} & , \text{jika } j = 1 \\ \frac{0.5+1+0.5}{\frac{0.5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0.5}{a_{j+1}}} & , \text{jika } 2 \leq j \leq n-1 \\ \frac{0.5+1}{\frac{0.5}{a_{n-1}} + \frac{1}{a_n}} & , \text{jika } j = n \end{cases} \quad (2.9)$$

Keterangan:

t_j adalah persentase perubahan

A_j adalah data sekarang pada sub interval

A_{j-1} adalah data sebelum pada sub interval

A_{j+1} adalah data setelah pada sub interval

a_1 adalah data pertama pada sub interval

a_n adalah data terakhir pada sub interval

6. **Defuzzyfikasi Data**

Defuzzyfikasi data adalah proses untuk mengubah hasil prediksi presentase ke dalam bentuk data aktual seperti semula. Berikut merupakan rumus untuk defuzzyfikasi data:

$$F(t) = \left(\frac{t_j}{100} \times x_{t-1} \right) + x_{t-1} \quad (2.10)$$

Keterangan:

t_j adalah nilai prediksi persentase.

x_{t-1} adalah nilai aktual sebelumnya.

2.3 Pengukuran Akurasi Peramalan

Akurasi peramalan akan diukur dengan menggunakan fungsi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung menggunakan kesalahan *absolute* pada tiap periode dibagi dengan nilai amatan untuk waktu tertentu. Metode *Mean Absolute*

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

Percentage Error (MAPE) digunakan untuk membandingkan ketepatan dari teknik yang sama atau berbeda dalam dua deret yang sangat berbeda dan mengukur nilai ketepatan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase *absolute* kesalahan. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai mean-nya. Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada di antara 10% dan 20% [13].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (2.11)$$

dimana:

N adalah banyak data

X_t adalah data aktual ke- t

$\hat{X}_t$ adalah data hasil ramalan ke- t

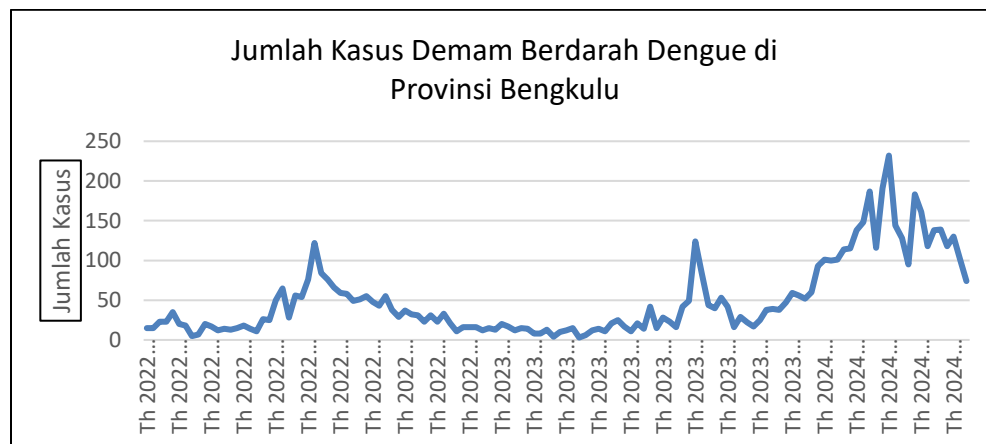
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data mingguan jumlah kasus penyakit Demam Berdarah *Dengue* di Provinsi Bengkulu yang terhitung dari minggu ke-1 bulan Januari tahun 2022 sampai dengan minggu ke 24 bulan Juni tahun 2024 dengan jumlah data sebanyak 128 kasus. Berdasarkan data tersebut diperoleh deskripsi datanya yaitu jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* tertinggi berada pada minggu ke-12 tahun 2024 sejumlah 232 kasus, dan jumlah kasus terendah berada pada minggu ke-16 tahun 2023 sejumlah 3 kasus. Dengan rata-rata jumlah kasus selama 2,5 tahun terakhir tersebut adalah 50 kasus, dan simpangan bakunya sebesar 47,35. Adapun ringkasan deskripsi data dapat dilihat di Tabel 3.1 dan grafik jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* per minggunya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1. Ringkasan Data Jumlah Kasus Demam Berdarah *Dengue*

Data	N	Min	Max	St. Dev	Mean
Data aktual mingguan jumlah kasus Demam Berdarah <i>Dengue</i>	128	3	232	47,35	50



Gambar 3.1. Jumlah Kasus Mingguan Demam Berdarah *Dengue*

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

3.2 Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Bengkulu dengan *FTS Saxena Easo*

Pada bagian ini akan dilakukan peramalan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu mulai dari minggu ke-1 tahun 2022 hingga minggu ke-24 tahun 2024 dengan menggunakan *FTS Saxena Easo*. Adapun langkah-langkah peramalan mengikuti tahapan sebagaimana yang telah diuraikan pada Subbab (2.3). Berikut langkah-langkah peramalan jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di Provinsi Bengkulu.

3.2.1 Menghitung Persentase Perubahan

Langkah pertama pada *FTS Saxena Easo* yaitu mengubah data ke dalam persentase perubahan. Persentase perubahan merupakan besar perubahan nilai t dengan $t + 1$. Berdasarkan Persamaan (2.1) sehingga diperoleh:

Tabel 3.2. Hasil Persentase Perubahan

No	Waktu	Data Aktual	Persentase Perubahan
1	Th 2022 Minggu-1	15	0
2	Th 2022 Minggu-2	15	0
3	Th 2022 Minggu-3	23	0,533333333
4	Th 2022 Minggu-4	23	0
⋮	⋮	⋮	⋮
125	Th 2024 Minggu-21	118	-0,151079137
126	Th 2024 Minggu-22	130	0,101694915
127	Th 2024 Minggu-23	102	-0,215384615
128	Th 2024 Minggu-24	74	-0,274509804

3.2.2 Pengidentifikasi Himpunan Semesta (U)

Tahapan kedua yang harus dilakukan untuk metode *FTS Saxena Easo* adalah mengidentifikasi himpunan semesta U untuk kemudian akan dibagi menjadi beberapa interval dengan panjang interval yang sama atau disebut juga dengan interval linguistik. Dari data jumlah kasus demam berdarah dengue (DBD) yang dimulai dari minggu ke-1 tahun 2022 hingga minggu ke-24 tahun 2024 yang telah diubah dari data aktual menjadi persentase perubahan sehingga diperoleh nilai minimum dari data (D_{min}) adalah -0,8 yang terjadi pada minggu ke-16 tahun 2023, sedangkan untuk nilai maksimum dari data (D_{max}) adalah 2 yang terjadi pada minggu ke-27 tahun 2023. Kemudian didefinisikan himpunan semesta (U) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min}; D_{max}] \\ &= [-0,8; 2] \end{aligned}$$

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

3.2.3 Pembentukan Interval Kelas

Setelah diperoleh himpunan semesta U , tahap selanjutnya adalah membagi himpunan semesta U tersebut menjadi beberapa interval yang panjang intervalnya sama. Sebelum banyak interval yang akan dibentuk dari himpunan semesta U ditentukan dengan menggunakan rumus *sturges* berikut:

$$\begin{aligned} n &= 1 + 3.3 \log N \\ &= 1 + 3.3 \log 128 \\ &= 7,9537929 \\ &\approx 8 \end{aligned}$$

Setelah menentukan interval, selanjutnya interval akan dibagi sama panjang untuk menentukan nilai panjang interval dari setiap data. Dengan menggunakan Persamaan (2.4) sehingga diperoleh nilai panjang interval sebagai berikut:

$$\begin{aligned} l &= \left(\frac{(D_{max} - D_{min})}{n} \right) \\ &= \left(\frac{(2 - (-0,8))}{7,9537929} \right) \\ &= 0,352033305 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hasil dari pembagian interval yang bisa dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3.3. Hasil Interval Kelas

Interval 1	Interval 2	Frekuensi
-0,8	-0,447966695	8
-0,447966695	-0,09593339	42
-0,09593339	0,256099914	44
0,256099914	0,608133219	17
0,608133219	0,960166524	7
0,960166524	1,312199829	4
1,312199829	1,664233133	4
1,664233133	2,016266438	2

3.2.4 Pembentukan Sub Interval

Penentuan interval kelas menjadi sub interval dapat dilakukan dengan membaginya berdasarkan banyak frekuensi data setiap interval. Untuk membagi interval menjadi sub interval dapat dilakukan dengan cara membagi panjang interval dengan banyaknya frekuensi data. Hasil sub interval dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Hasil Sub Interval

Waktu	Interval 1	Interval 2	Mindpoint	Fuzzy Set
Th 2022 Minggu-1	-0,8	-0,755995837	-0,777997918	A1
Th 2022 Minggu-2	-0,755995837	-0,711991674	-0,733993755	A2
Th 2022 Minggu-3	-0,711991674	-0,667987511	-0,689989592	A3
Th 2022 Minggu-4	-0,667987511	-0,623983348	-0,645985429	A4
Th 2022 Minggu-5	-0,623983348	-0,579979185	-0,601981266	A5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Th 2024 Minggu-20	1,400208155	1,488216481	1,444212318	A124
Th 2024 Minggu-21	1,488216481	1,576224807	1,532220644	A125

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

Th 2024 Minggu-22	1,576224807	1,664233133	1,62022897	A126
Th 2024 Minggu-23	1,664233133	1,840249786	1,75224146	A127
Th 2024 Minggu-24	1,840249786	2,016266438	1,928258112	A128

3.2.5 Proses Fuzzifikasi Data

Setelah sub interval didefinisikan, tahap selanjutnya adalah proses fuzzifikasi. Proses fuzzifikasi ini dilakukan dengan menentukan sub interval dari suatu data aktual yang telah diubah menjadi persentase perubahan.

Contohnya pada minggu ketiga tahun 2022 data aktual ialah 23 kasus DBD dan diubah ke persentase perubahan menjadi 0,5333. Lalu perhatikan pada tabel sub interval yang telah diketahui. Kemudian temukan dimana interval yang mengandung 0,5333 tersebut berada, 0,5333 berada di A_{108} . Proses ini kemudian dilanjutkan sampai semua data, sehingga diperoleh hasil fuzzifikasi sebagai berikut ini:

Tabel 3.5. Proses Fuzzifikasi

Waktu	Data Aktual	Percentase Perubahan	Fuzzy Set
Th 2022 Minggu-1	15	0	A62
Th 2022 Minggu-2	15	0	A62
Th 2022 Minggu-3	23	0,533333333	A108
Th 2022 Minggu-4	23	0	A62
Th 2022 Minggu-5	35	0,52173913	A107
⋮	⋮	⋮	⋮
Th 2024 Minggu-20	139	0,007246377	A63
Th 2024 Minggu-21	118	-0,151079137	A44
Th 2024 Minggu-22	130	0,101694915	A75
Th 2024 Minggu-23	102	-0,215384615	A36
Th 2024 Minggu-24	74	-0,274509804	A29

Setelah semua data persentase perubahan dikelompokkan sesuai sub interval yang ada, selanjutnya dilakukan proses prediksi persentase perubahan, sehingga menghasilkan:

Tabel 3.6. Hasil Fuzzifikasi

Waktu	Data Aktual	Percentase Perubahan	Prediksi Percentase Perubahan
Th 2022 Minggu-1	15	0	-0,011490457
Th 2022 Minggu-2	15	0	-0,011490457
Th 2022 Minggu-3	23	0,533333333	0,535255204
Th 2022 Minggu-4	23	0	-0,011490457
Th 2022 Minggu-5	35	0,52173913	0,514531229
⋮	⋮	⋮	⋮
Th 2024 Minggu-20	139	0,007246377	0,012552
Th 2024 Minggu-21	118	-0,151079137	-0,150180839
Th 2024 Minggu-22	130	0,101694915	0,099764341
Th 2024 Minggu-23	102	-0,215384615	-0,217307052
Th 2024 Minggu-24	74	-0,274509804	-0,276013651

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

3.2.6 Defuzzifikasi data

Tahap selanjutnya adalah defuzzifikasi, proses defuzzifikasi ini dilakukan untuk melihat hasil dari prediksi menggunakan metode FTS Saxena-Easo, defuzzifikasi dilakukan menggunakan rumus Persamaan (2.10) yaitu:

$$\begin{aligned}
 F(t) &= \left(\frac{t_j}{100} \times x_{t-1} \right) + x_{t-1} \\
 F(1) &= \left(\frac{-0.011490457}{100} \times 15 \right) + 15 \\
 &= 14,99827643 \\
 F(2) &= \left(\frac{-0.011490457}{100} \times 15 \right) + 15 \\
 &= 14,99827643 \\
 F(3) &= \left(\frac{0.533333333}{100} \times 23 \right) + 23 \\
 &= 23,1231087 \\
 F(4) &= \left(\frac{-0.011490457}{100} \times 23 \right) + 23 \\
 &= 22,9973572 \\
 F(5) &= \left(\frac{0.514531229}{100} \times 35 \right) + 35 \\
 &= 35,18008593 \\
 &\vdots \\
 F(128) &= \left(\frac{-0.276013651}{100} \times 74 \right) + 74 \\
 &= 73,7957499
 \end{aligned}$$

Sehingga menghasilkan peramalan sebagai berikut:

Tabel 3.7. Hasil Defuzzifikasi

Waktu	Data Aktual	Percentase Perubahan	Prediksi Percentase Perubahan	Hasil Peramalan
Th 2022 Minggu-1	15	0	-0,011490457	14,99827643
Th 2022 Minggu-2	15	0	-0,011490457	14,99827643
Th 2022 Minggu-3	23	0,533333333	0,535255204	23,1231087
Th 2022 Minggu-4	23	0	-0,011490457	22,9973572
Th 2022 Minggu-5	35	0,52173913	0,514531229	35,18008593
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Th 2024 Minggu-20	139	0,007246377	0,012552	139,0174473
Th 2024 Minggu-21	118	-0,151079137	-0,150180839	117,8227866
Th 2024 Minggu-22	130	0,101694915	0,099764341	130,1296936
Th 2024 Minggu-23	102	-0,215384615	-0,217307052	101,7783468
Th 2024 Minggu-24	74	-0,274509804	-0,276013651	73,7957499

3.2.7 Akurasi Peramalan

Setelah peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *FTS Saxena Easo*, tahap terakhir yang harus dilakukan adalah menghitung akurasi peramalan. Akurasi peramalan bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat data hasil peramalan dengan data aktualnya, dengan kata lain melihat seberapa besar galat yang diberikan dari hasil peramalan tersebut. Pada kali ini, akurasi peramalan yang digunakan adalah MAPE. Untuk data aktual jumlah kasus Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

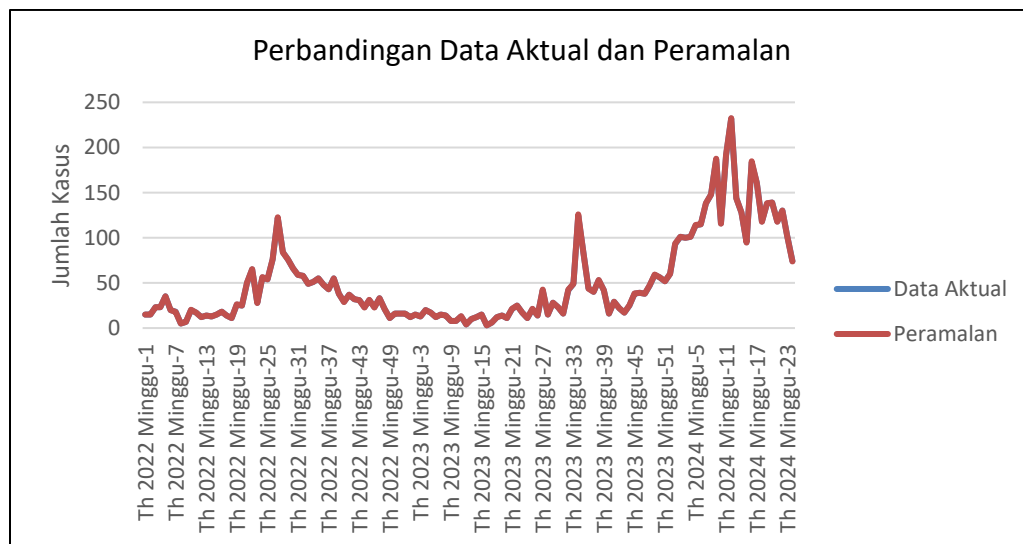
JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya Warrahma

dan hasil peramalannya untuk metode *FTS Saxena Easo* diperoleh akurasi peramalan dengan menggunakan Persamaan (2.11) dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3.8. Hasil Akurasi Peramalan

Metode Peramalan	Akurasi Peramalan
	MAPE
<i>FTS Saxena-Easo</i>	0,359637893

Dari nilai akurasi peramalan yang digunakan dapat diketahui bahwa nilai MAPE untuk metode *FTS Saxena Easo* berada dibawah 10%. Menurut [13], Nilai akurasi peramalan yang didapatkan dengan metode *FTS Saxena Easo* termasuk ke dalam kriteria peramalan yang sangat baik. Sehingga data aktual dan peramalan nya tidak jauh berbeda. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 perbandingan data aktual dengan peramalan menggunakan metode *FTS Saxena Easo*, dimana antara data aktualnya berhimpit dengan data peramalannya, sehingga dapat dikatakan peramalan menggunakan *FTS Saxena Easo* sangat baik hasilnya. Hal ini dikarenakan nilai MAPE nya sebesar 0,359637893% (dibawah 10%).



Gambar 3.2. Perbandingan Data Aktual dan Peramalan

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan jumlah kasus demam berdarah dengue (DBD) di Provinsi Bengkulu dengan menggunakan metode *FTS Saxena Easo* dihitung berdasarkan tingkat akurasinya menggunakan MAPE mendapatkan nilai sebesar 0,35%, sehingga nilai akurasi peramalan yang didapatkan termasuk ke dalam kriteria peramalan yang sangat baik, karena memiliki nilai akurasi berada dibawah 10%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bengkulu, atas pendanaan penelitian ini melalui dana PNPB Universitas Bengkulu dengan Nomor Kontrak: 2917/UN30.15/PT/2024.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Septri Damayanti, Siska Yosmar, Nurul Hidayati, Ratna Widayati, Bunga Aulya
Warrahma

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Denis, R., 2023. Tingkat Kerawanan Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Indeks Kerawanan Penyakit di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu. *Jurnal Vokasi Kesehatan (JUVOKES)*, Vol. 2, No. 1, 23-32,.
- [2] Hikmah, M. & Kasmini, 2015. Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kematian Akibat Demam Berdarah Dengue. *Unnes Journal of Public Health*, Vol. 4, No. 4, 180-189.
- [3] Kementerian Kesehatan RI. *Demam Berdarah Dengue*. [Online]. Available: <https://ayosehat.kemkes.go.id/topik/demam-berdarah-dengue>. [Diakses 17 Februari 2024].
- [4] Kementerian Kesehatan RI, 2022. *Laporan Tahunan Demam Berdarah Dengue*. Jakarta.
- [5] Makridakis, S., & McGee, V.E., 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E., 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [7] Rahmadhani, L.C., Anggraeni, D., & Kamsyakawuni, 2019. A. Fuzzy Time Series Saxena Easo pada Peramalan Laju Inflasi Indonesia. *Jurnal Matematika Unej*, Vol. 20, 53-60.
- [8] Saxena, P., & Easo, S., 2012. A New Method for Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series with Higher Forecast Accuracy Rate. *International Journal of Computer Technology & Applications*. Vol. 3, 2033-2037.
- [9] Setiabudi & Djatnika, 2019. Memahami Demam Berdarah Dengue Part 1. *Infeksi dan Penyakit Tropis*, Vol. 1, 155-181.
- [10] Stevenson, M., & Porter, J. E., 2009. Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as The Universe of Discourse. *Proceedings of World Academy Science, Engineering and Technology*, Vol. 55, 154-157
- [11] Yohan, B., 2018. Demam Berdarah Dengue: Problematika Interaksi Virus, Pejamu, Vektor. *Ejikan Institute for Molecular Biology*, Vol. 1, 1-2.
- [12] Witono, Tursina, & Anggi, S. S., 2022. Perbandingan Model Saxena Easo dan Model Chen Hsu pada Fuzzy Time Series untuk Prediksi Harga Emas. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, Vol. 10, 403-410.
- [13] World Health Organization, 2012 Global Strategy for Dengue Prevention and Control, WHO Press.