

Peramalan Tingkat Kematian Neonatal Bayi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen Pada Tahun 2025

Siti Rolizah Pohan¹, Rina Filia Sari²

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

¹siti0703201041@uinsu.ac.id

²rinafiliasari@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Kematian neonatal merupakan indikator penting dalam menilai kondisi kesehatan masyarakat, khususnya pada bayi baru lahir usia 0–28 hari. Fluktuasi angka kematian neonatal dari tahun ke tahun di berbagai daerah menimbulkan kekhawatiran dan memerlukan pendekatan prediktif yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah kematian neonatal pada tahun 2025 di Provinsi Sumatera Utara menggunakan metode Fuzzy Time Series (FTS) model Chen. Data sekunder diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara, mencakup angka kematian neonatal tahunan pada 33 kabupaten/kota dari tahun 2018 hingga 2023 dengan total 198 data. Hasil peramalan menunjukkan bahwa jumlah kematian neonatal pada tahun 2025 diprediksi sebanyak 766 kasus, menurun dari proyeksi tahun 2024 yaitu 796 kasus. Nilai akurasi model diukur menggunakan Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Square Error (RMSE) dengan hasil menunjukkan tingkat kesalahan yang relatif rendah, sehingga model ini dinilai layak digunakan dalam mendukung pengambilan kebijakan kesehatan di masa mendatang.

Kata kunci : Fuzzy Time Series Chen; Time Series; Peramalan; Kematian Neonatal, Sumatera Utara

ABSTRACT

Neonatal mortality is a critical indicator of public health, particularly concerning newborns aged 0 to 28 days. The annual fluctuation in neonatal death rates across regions necessitates accurate predictive approaches. This study aims to forecast neonatal mortality in North Sumatra Province for the year 2025 using the Fuzzy Time Series (FTS) Chen model. Secondary data were obtained from the North Sumatra Provincial Health Office, covering annual neonatal mortality rates across 33 districts/cities from 2018 to 2023, totaling 198 data points. The forecast results indicate that neonatal deaths in 2025 are projected at 766 cases, a decrease from the 2024 prediction of 796 cases. Forecast accuracy was evaluated using Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE), both showing relatively low error rates. These findings suggest that the FTS Chen model is suitable for supporting future health policy decisions.

Keywords : Fuzzy Time Series Chen; Time Series; Forecasting; Neonatal Death; North Sumatra

PENDAHULUAN

Kematian merupakan sebuah fenomena sosial yang terus terjadi pada lingkungan sekitar. Kematian juga merupakan dinamika penduduk yang terus berproses dan akan mengalami penurunan maupun kenaikan jumlah setiap tahunnya. Kematian merupakan suatu siklus akhir kehidupan makhluk di dunia, sehingga suatu daerah mengalami jumlah penurunan penduduk. Dalam kasus kematian juga memiliki berbagai macam jenis kematian. Salah satu kematian yang sering terjadi yaitu kematian neonatal pada bayi (Bagaskoro, Alamsyah, & Ramadhan, 2022).

Kematian bayi yang baru lahir, atau yang dikenal dengan istilah kematian neonatal, masih menjadi masalah serius di berbagai daerah di Indonesia. Kematian ini terjadi dalam rentang waktu 0 hingga 28 hari setelah bayi dilahirkan. Meski usia ini terbilang sangat awal

dalam kehidupan seseorang, justru pada masa inilah bayi berada dalam kondisi paling rentan. Tingginya angka kematian neonatal menjadi sinyal bahwa masih banyak tantangan dalam sistem layanan kesehatan, mulai dari akses hingga kualitasnya. Salah satu metrik utama yang digunakan untuk mengevaluasi status sosial ekonomi, kemajuan kesehatan, dan kesehatan kelahiran suatu bangsa adalah angka kematian neonatal (Nurhayati, dkk, 2024). Tingginya jumlah kematian neonatal akan berdampak pada penurunan angka calon SDM di masa yang akan datang. Angka calon SDM yang menurun akan mempengaruhi perekonomian dimasa depan dikarenakan kurangnya jumlah SDM akan membuat perekonomian memburuk (Oktarina, 2022)].

Di Provinsi Sumatera Utara, angka kematian bayi baru lahir menunjukkan pola naik-turun selama beberapa tahun terakhir. Dari data Dinas Kesehatan, jumlah kematian neonatal sempat turun dari 722 kasus pada tahun 2018 menjadi 540 kasus di tahun 2022. Namun, kondisi ini berubah drastis di tahun 2023 ketika angkanya melonjak menjadi 918 kasus. Lonjakan ini tentu menjadi alarm bagi berbagai pihak, terutama pemerintah dan tenaga kesehatan, untuk kembali memetakan situasi dan mengambil langkah pencegahan yang tepat.

Dengan jumlah kematian yang naik turun di setiap tahunnya menjadi sebuah masalah yang timbul, dikhawatirkan pada tahun berikutnya bisa meningkat. Untuk bisa menyiapkan langkah antisipasi, tentu dibutuhkan gambaran tentang kemungkinan yang akan terjadi di masa depan. Di sinilah peran peramalan dibutuhkan. Peramalan bukan sekadar menebak, melainkan upaya memprediksi berdasarkan pola data sebelumnya. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah Fuzzy Time Series (FTS), khususnya model Chen, yang dikenal efektif dalam menghadapi data yang fluktuatif dan tidak pasti (Novia, dkk, 2022).

Fuzzy Time Series adalah salah satu pendekatan yang mungkin. Untuk memecahkan suatu masalah, metode deret waktu *fuzzy* menggunakan langkah-langkah *fuzzy* dan data deret waktu. Kondisi *fuzzy* merupakan dasar dari pendekatan FTS. Pendekatan FTS harus mampu mengidentifikasi pola pada data masa lalu agar dapat digunakan untuk meramalkan data masa depan (Song & Chissom, 2020). Pendekatan FTS Chen menggunakan algoritma sederhana untuk melakukan perhitungan peramalan.

Metode deret waktu (*time series*) merupakan metode peramalan yang paling cocok digunakan pada penelitian ini dikarenakan cara kerja metode *time series* itu sendiri menggunakan data deret waktu (Widiyanto & Garino, 2023). Dikarenakan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data rentang waktu setiap tahunnya dari tahun 2018 hingga 2023 pada seluruh kota/kabupaten di Sumatera Utara. Dengan menerapkan logika *fuzzy* pada *time series* tersebut, maka diharapkan mampu memberikan hasil peramalan yang akurat dan baik.

Penelitian ini mencoba menggunakan metode tersebut untuk memprediksi berapa jumlah kematian neonatal yang mungkin terjadi di tahun 2025 di Sumatera Utara. Dengan begitu, kita bisa punya acuan untuk mengambil kebijakan yang lebih tepat karena menyelamatkan satu nyawa bayi, sejatinya berarti menyelamatkan masa depan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan suatu penelitian yang jelas dan spesifik, juga identik dengan angka-angka. Jika merujuk pada penelitian yang dilakukan, data yang digunakan berupa angka dan di selesaikan secara sistematis dengan menerapkan *theorem*-*theorem* matematis dan juga

statistik. Maka dengan begitu, penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif (Sugiyono, 2014).

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang akan digunakan tidak diragukan lagi ada dalam setiap penelitian. Data kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Angka-angka yang dapat diukur dan dihitung secara statistik dikenal sebagai data kuantitatif. Selain itu, sumber data penelitian adalah pihak ketiga sehingga menunjukkan bahwa informasi tersebut bersifat sekunder (Nurjanah, 2021) Data ini diambil dari kantor Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara. Dari seluruh data yang telah diambil pada kantor dinas tersebut, terdapat 198 dataset yang akan digunakan untuk penelitian ini. 198 dataset tersebut merupakan data dari tahun 2018 hingga 2023 pada seluruh kabupaten/kota yang ada di provinsi Sumatera Utara. Langkah ini diambil guna meneliti hasil peramalan pada tahun 2025. Namun dikarenakan data yang diperoleh hanya sampai 2023, maka untuk tahun 2024 perlu dilakukan peramalan juga agar dapat digunakan sebagai bahan peramalan ditahun 2025.

Tabel 1. Data Kematian Neonatal Pada Kota/Kabupaten di Provinsi Sumut Dari Tahun 2018-2023

Kabupaten/Kota	Kematian Neonatal					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nias	14	28	6	22	12	17
Mandailing Natal	56	20	14	31	21	71
Tapanuli Selatan	34	8	7	3	3	9
Tapanuli Tengah	27	16	25	20	15	14
Tapanuli Utara	23	23	47	34	13	20
Toba Samosir	23	26	19	16	11	13
Labuhan Batu	64	54	31	24	19	20
Asahan	17	24	9	9	6	17
Simalungun	33	1	1	30	15	39
Dairi	12	43	39	15	18	22
Karo	18	10	33	13	22	16
Deli Serdang	30	41	29	15	25	118
Langkat	32	40	51	15	15	66
Nias Selatan	3	7	10	18	34	18
Humbang Hasundutan	19	13	24	13	12	18
Pakpak Bharat	6	6	9	10	11	5
Samosir	23	12	16	18	10	18
Serdang Bedagai	41	41	37	20	19	26
Batu Bara	26	19	27	17	6	30
Padang Lawas Utara	4	22	14	17	11	7
Padang Lawas	29	25	18	26	14	39
Labuhan Batu Selatan	9	10	10	15	3	9
Labuhan Batu Utara	14	21	20	5	7	26
Nias Utara	9	12	7	13	15	18
Nias Barat	12	23	11	18	28	11
Sibolga	7	5	4	7	11	5

Tanjung Balai	21	14	11	6	11	13
Pematang Siantar	12	12	16	7	16	22
Tebing Tinggi	12	16	15	11	13	19
Medan	18	13	13	48	63	116
Binjai	4	11	2	4	7	22
Padang Sidempuan	52	27	18	22	26	18
Gunung Sitoli	18	17	15	13	28	28
Jumlah	722	660	608	555	540	918

Prosedur Penelitian

Pada bagian ini merupakan pembuatan langkah-langkah atau tahapan dalam melakukan penelitian. Tahapan tersebut telah dirangkum dan dapat dilihat seperti berikut ini :

1. Mengumpulkan data.
2. Melakukan peramalan menggunakan metode FTS Chen dengan tahapan dari metode tersebut yaitu :
 - a. Menentukan *Universe of Discourse* (Semesta Pembicara/Wacana).
 - b. Membagi semesta pembicara menjadi beberapa interval.
 - c. Fuzzifikasi *dataset* dilakukan dengan mendefinisikan himpunan *fuzzy*.
 - d. Menerapkan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) .
 - e. *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dilakukan.
 - f. Melakukan defuzzifikasi dan menghitung nilai peramalan.
3. Menjumlahkan hasil peramalan dari seluruh kota/kabupaten pada provinsi Sumatera Utara untuk mendapatkan hasil peramalan pada tahun 2024 dan 2025,
4. Mengukur keakuratan penelitian dengan menghitung nilai MAE dan RMSE.

Time Series Fuzzy Chen

Time Series Fuzzy (FTS), pendekatan deret waktu *fuzzy* ditemukan oleh Chen (2020) dan didasarkan pada operasi sederhana. Operasi matriksnya mungkin teliti atau jelas (Song & Chissom, 2020) Langkah-langkah teknik *fuzzy time series* menggunakan algoritma Chen dijelaskan sebagai berikut:

[Langkah Pertama] Terbentuknya himpunan universal (U).

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \quad (1)$$

Peneliti telah menetapkan nilai konstan untuk D_1 dan D_2 . Data terkecil dari kumpulan data disebut D_{min} , sedangkan data terbesarnya disebut D_{max} .

[Langkah Kedua] Pembentukan Interval

Penciptaan interval dilakukan berikutnya, yang dilakukan dengan membagi himpunan semesta menjadi banyak interval dengan lebar yang sama. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan jumlah interval:

$$\text{jumlah interval} = 1 + 3,322 \log_{10}(n) \quad (2)$$

Dengan,

n : jumlah *dataset*

Tentukan panjang interval setelah memperoleh jumlah interval. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$\text{panjang interval} = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\text{jumlah interval}} \quad (3)$$

Suatu himpunan fuzzy dalam interval yang dibuat dari himpunan universal akan disatukan oleh sejumlah nilai linguistik setelah panjang dan lebar intervalnya ditentukan.

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\} \quad (4)$$

Dimana,

U : Himpunan semesta

U_i : Jarak pada U , untuk $i = 1, 2, \dots, n$

[Langkah Ketiga] Menentukan Himpunan $Fuzzy$

Suatu kelas atau kumpulan *item* dengan berbagai tingkat keanggotaan disebut himpunan *fuzzy*. Dengan asumsi U adalah himpunan universal, kita dapat membuat variabel linguistik A_i terhadap U sebagai berikut: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, dengan u_i adalah nilai kemungkinan dari U :

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (5)$$

Diperoleh hasil bahwa $\mu_{A_i}: u \rightarrow [0,1]$ karena himpunan *fuzzy* A_i mempunyai fungsi keanggotaan secara khusus. Derajat keanggotaan u_i terhadap A_i adalah (u_1) jika u_i adalah anggota A_i .

[Langkah Keempat] Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG).

Menetapkan kelompok berdasarkan kesamaan label dan menghitung rentang. Dengan A_i mewakili tahun n dan A_j mewakili tahun $n + 1$ dalam data deret waktu, FLR $A_i \rightarrow A_j$ dihitung menggunakan nilai A_i yang ditetapkan pada fase sebelumnya. Misalnya, FLRG, atau $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$, dihasilkan jika FLR dibentuk dari $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3$, dan $A_1 \rightarrow A_1$.

[Langkah Kelima] Peramalan

Jika $(t - 1) = A_i$, maka nilai peramalan harus sesuai dengan beberapa aturan berikut ini yaitu :

$$\begin{cases} \text{Jika FLR dari } A_i \text{ tidak ada } (A_i \rightarrow \neq), \text{ maka } F(t) = A_i \\ \text{Jika hanya terdapat satu FLR } A_i \rightarrow A_j, \text{ maka } F(t) = A_j \\ \text{Jika } (A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}), \text{ maka } F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk} \end{cases}$$

[Langkah Keenam] Defuzzyfikasi

Misalkan $(t) = A_1, A_2, \dots, A_n$, maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k} \quad (6)$$

Nilai antara A_i adalah m_i , dan $\hat{Y}(t)$ adalah defuzzifikasi. Teknik deret waktu *fuzzy* yang disebut defuzzifikasi data sebelumnya, atau X_t , berisi sejumlah pedoman yang perlu dipertimbangkan saat melakukan peramalan. Pedoman tersebut adalah sebagai berikut:

Aturan 1 : “jika nilai fuzzifikasi di tahun ke t adalah A_j kemudian terdapat himpunan *fuzzy* yang tidak memiliki relasi logika *fuzzy*, seperti $A_i \rightarrow \emptyset$, yang nilai maksimum fungsi keanggotaannya dari A_i berada pada interval u_i kemudian nilai tengah u_i merupakan m_i sehingga dapat dilihat bahwa hasil peramalan F_{t+1} adalah m_i .”

Aturan 2 : “jika nilai fuzzifikasi tahun ke t adalah A_i dimana hanya terdapat satu FLR pada FLRG, seperti $A_i \rightarrow A_j$ dengan A_i dan A_j merupakan himpunan *fuzzy* yang nilai maksimum fungsi keanggotaan dari A_j berada pada interval u_j kemudian nilai tengah dari u_j adalah m_j , sehingga hasil peramalan F_{t+1} adalah m_j .”

Aturan 3 : “jika nilai fuzzifikasi pada tahun t adalah A_j dan A_j mempunyai beberapa FLR dan FLRG, seperti $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ dengan $A_i, A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}$ merupakan himpunan *fuzzy* maka nilai maksimum fungsi keanggotaan $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jp}$ berada pada interval $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jk}$ dan $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jk}$ sehingga hasil peramalan F_{t+1} ” adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \frac{m_{j1} + m_{j2} + \dots + m_{jk}}{j} \quad (7)$$

Konstanta k merupakan banyak dari total nilai tengah, maka untuk menghitung nilai tengah (m_i) pada interval himpunan *fuzzy* dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$m_i = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2} \quad (8)$$

Di langkah berikutnya yaitu menghitung persentase tingkat kesalahan dari hasil peramalan tersebut [3].

$$\text{tingkat kesalahan} = \frac{|F_t - F_{(t+1)}|}{F_t} 100\% \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan *Universe of Discourse* (Semesta Pembicara/Wacana)

Berdasarkan data pada Tabel 1 diatas, proses perhitungan UOD dilakukan dengan mencari nilai $D_{\min}$ dan $D_{\max}$ terlebih dahulu. Nilai ini didapat dari nilai terendah dan tertinggi pada setiap tahunnya di suatu wilayah. Berdasarkan tabel tersebut. Proses perhitungan dilakukan perwilayah, dimulai dari Nias sampai Gunung Sitoli. Setiap wilayah akan dikelompokkan masing-masing dengan atribut berupa tahun yaitu 2018 sampai 2023. Maka berdasarkan data kematian pada Kota Nias diatas, dapat dilihat seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Jumlah Neonatal Di Kota Nias Tahun 2018 - 2023

Wilayah	Jumlah Neonatal
Nias – 2018	14
Nias – 2019	28
Nias – 2020	6
Nias – 2021	22
Nias – 2022	12
Nias – 2023	17

Dapat dilihat bahwa nilai untuk $D_{\min}$ adalah 6 dan $D_{\max}$ 28, maka dilakukan perhitungan UOD sebagai berikut :

$$UOD = [D_{\min} - D_1; D_{\max} - D_2]$$

$$UOD = [6 - 0; 28 - 0]$$

$$UOD = [6; 28]$$

Pada perhitungan ini, D_1 dan D_2 yang digunakan adalah 0. 0 adalah nilai yang ditentukan peneliti, nilai tersebut bersifat universal, artinya nilai berapapun bisa digunakan dengan syarat tidak memberikan hasil yang semakin diluar dari penelitian. Sedangkan $D_{\min}$ nya adalah 6 dan $D_{\max}$ 28. Sehingga saat dilakukan perhitungan seperti rumus diatas maka nilai UOD hasilnya adalah 6 dan 28. 6 ini yang akan menjadi batas interval awal dalam mengukur panjang interval sedangkan 28 menjadi batas interval akhir.

Memilih Jumlah Interval

Pada tahap ini, jumlah interval dicari dengan tujuan agar dapat mengetahui sebanyak apa label yang akan dibuat. Selain itu juga, dibuat pelabelan untuk fuzzifikasi yang telah diperoleh. Pada bagian ini, label yang diketahui adalah “low”, “medium” dan “high”. Label ini diperoleh dari penentuan jumlah interval. Jika jumlah intervalnya 4, maka label yang digunakan harus di atur menjadi 4 juga. Sedangkan jenis-jenis label itu diperoleh berdasarkan dari banyaknya jumlah interval. “low”, “medium” dan “high” merupakan inferensi dari data neonatal. Inferensi sendiri merupakan langkah pengambilan kesimpulan. Maka dalam tingkat pengukuran, jika jumlah interval ada 3, maka kriteria dari label yang cocok adalah “low”, “medium” dan “high”. Jika jumlah intervalnya 4 maka akan menjadi “low”, “medium”, “high” dan “very high”. Namun penentuan label itu tergantung peneliti menginginkan kriteria label yang seperti apa. Berikut adalah perhitungannya :

$$jumlah\ interval = 1 + 3,322 \log (n)$$

$$jumlah\ interval = 1 + 3,322 \log (6)$$

$$jumlah\ interval = 3,58$$

Menentukan lebar Interval

$$Lebar\ Interval = \frac{UOD_{\max} - UOD_{\min}}{Jumlah\ Interval}$$

$$Lebar\ Interval = \frac{28 - 6}{3} = 7,34$$

Pada perhitungan diatas, n merupakan banyak data yang diketahui. Sedangkan pada penelitian ini, banyak data yang diketahui yaitu 6. Untuk nilai $UOD_{\max}$ diperoleh dari hasil perhitungan UOD sebelumnya. Pada perhitungan UOD tersebut diperoleh hasil [6;28] yang mana 6 merupakan $UOD_{\min}$ dan 28 $UOD_{\max}$. Maka untuk hasil Perhitungan Interval dan Pelabelan Kelas adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Interval dan Penentuan Label *Fuzzy*

Interval	Fuzzifikasi	Label <i>Fuzzy</i>
6 – 13,34	A_1	<i>Low</i>
13,34 – 20,68	A_2	<i>Medium</i>
20,68 – 28.02	A_3	<i>High</i>

Fuzzifikasi

Ditahap ini, data yang telah diketahui sebelumnya dilabelkan agar dapat dibuat alur peramalannya. Hasil pelabelan seperti pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Fuzzifikasi Pada Kota Nias

Wilayah	Fuzzifikasi
Nias - 2018	A_2
Nias - 2019	A_3
Nias - 2020	A_1
Nias - 2021	A_1
Nias - 2022	A_1
Nias - 2023	A_2

Menentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)*

Langkah berikut ini adalah membuat alur peramalan dalam *time series*. Data sebelumnya di hubungkan dengan data berikutnya sehingga memberikan alur seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Tabel Hasil Pemebentukan FLR

Kabupaten/Kota	FLR
Nias 2018- Nias 2019	$A_2 \rightarrow A_3$
Nias 2019 – Nias 2020	$A_3 \rightarrow A_1$
Nias 2020 – Nias 2021	$A_1 \rightarrow A_3$
Nias 2021 – Nias 2022	$A_3 \rightarrow A_1$
Nias 2022 – Nias 2023	$A_1 \rightarrow A_2$

Mengelompokkan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*

Setelah membuat alur peramalan atau FLR, langkah berikutnya adalah membuat alur FLRG sehingga setiap data yang memiliki awal yang sama akan digabungkan dalam satu kelompok.

Tabel 6. Tabel hasil FLRG

GRUP	FRLG
1	$A_1 \rightarrow A_2, A_3$
2	$A_2 \rightarrow A_3$
3	$A_3 \rightarrow A_1$

Menghitung Defuzzifikasi dan Menghitung Nilai Peramalan

Gunakan nilai tengah dari interval sebagai representasi nilai defuzzyfikasi. Prediksi dibuat berdasarkan FLRG, menggunakan nilai defuzzyfikasi dari label *fuzzy* yang terhubung. Berikut adalah perhitungan nilai tengah interval kelas :

$$\text{nilai tengah} = \frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2}$$

$$A_1 = \frac{6 + 13,34}{2} = 9,67$$

$$A_2 = \frac{13,34 + 20,68}{2} = 17,01$$

$$A_3 = \frac{20,68 + 28,02}{2} = 24,35$$

Tabel 7. Tabel Hasil Perhitungan Nilai Tengah

Interval	Fuzzyfikasi	Nilai Tengah
6 – 13,34	A_1	9,67
13,34 – 20,68	A_2	17,01
20,68 – 28,02	A_3	24,35

Pada tabel diatas merupakan hasil perhitungan nilai tengah dari setiap label fuzzy, nilai tengah tersebut akan digunakan untuk perhitungan peramalan atau prediksi nanti. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$\text{Prediksi} = \frac{\text{nilai tengah}_{A_1} + \text{nilai tengah}_{A_2} + \dots + \text{nilai tengah}_{A_N}}{n}$$

$$\text{prediksi } A_1 \rightarrow A_2, A_3$$

$$A_1 = \frac{17,01 + 24,35}{2} = \frac{41,36}{2} = 20,68$$

$$\text{prediksi } A_2 \rightarrow A_3$$

$$A_2 = \frac{24,35}{1} = 24,35$$

$$\text{prediksi } A_3 \rightarrow A_1$$

$$A_3 = \frac{9,67}{1} = 9,67$$

Menghitung Uji Ketepatan Prediksi

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan nilai eror. Tujuannya adalah untuk mengukur seberapa kecil kesalahan yang dilakukan dalam perhitungan prediksi. Semakin kecil nilai eror maka akan semakin baik.

- Menghitung Nilai MAE

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\text{aktual}_i - \text{prediksi}_i|$$

$$\text{MAE} = \frac{|28-24,5| + |6-9,67| + |22-20,68| + \dots + |17-20,68|}{5}$$

$$\text{MAE} = \frac{14,5}{5} = 2,9$$

- Menghitung Nilai RMSE

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{(28-24,5)^2 + (6-9,67)^2 + \dots + (17-20,68)^2}{5}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{53}{5}} = 3,26$$

Hasil Prediksi Menggunakan FTS Chen

Tabel 8. Tabel Hasil Peramalan Wilayah Nias

Kabupaten/Kota	Tingkat Neonatal	Fuzzyfikasi	Peramalan
Nias – 2018	14	A_2	
Nias – 2019	28	A_3	24
Nias – 2020	6	A_1	10
Nias – 2021	22	A_3	21
Nias - 2022	12	A_1	10
Nias - 2023	17	A_2	21
Nias – 2024		A_3	24
Nias - 2025			10

Berdasarkan alur perhitungan peramalan menggunakan FTS Chen diatas untuk kota Nias, maka langkah ini akan dilakukan terus untuk seluruh wilayah yang akan dihitung yaitu Mandailing Natal sampai Gunung Sitoli. Perhitungan sama seperti melakukan perhitungan pada kota Nias. Berdasarkan keseluruhan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil peramalan tahun 2024 dan 2025 serta hasil perhitungan nilai MAE dan RMSE pada penelitian ini, seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Prediksi Kabupaten/Kota Nias 2024 – Gunung Sitoli 2025

Kabupaten/Kota	Kematian Neonatal		Hasil Nilai Error	
	2024	2025	MAE	RMSE
Nias	21	10	2,9	3,26
Mandailing Natal	23,5	23,5	18,7	21,12
Tapanuli Selatan	8	8	2,4	3,22
Tapanuli Tengah	20,5	16	3,2	3,79
Tapanuli Utara	30	30	12,13	12,87
Toba Samosir	13,5	13,5	2,4	4,57
Labuhan Batu	26,5	26,5	4,7	17,48
Asahan	21	9	3,4	4,4
Simalungun	14	33	9,8	11,55
Dairi	25	28	10,4	11,77
Karo	25	14	3,6	4,34
Deli Serdang	101	101	41,2	42,62
Langkat	23,5	40	13,1	37,54
Nias Selatan	29	18,5	3,9	4,36
Humbang Hasundutan	14	18	2,8	4,52
Pakpak Bharat	8	8	1,8	2,17
Samosir	14	16,5	2	2,63
Serdang Bedagai	23	23	7	7,68

Batu Bara	18	14	5,4	7,08
Padang Lawas Utara	19	13	3,2	3,63
Padang Lawas	35	35	5,6	5,97
Labuhan Batu Selatan	11	11	1,6	2,1
Labuhan Batu Utara	15,5	22,5	7,1	7,94
Nias Utara	16	16	2,42	3,32
Nias Barat	22	14	2,8	2,97
Sibolga	7	7	1,8	2,24
Tanjung Balai	8,5	11	2	2,66
Pematang Siantar	19,5	19,5	4,6	5,37
Tebing Tinggi	18	18	2,2	2,49
Medan	98	98	24,6	28,28
Binjai	19	19	6,2	6,91
Padang Sidempuan	24	24	3,8	4,21
Gunung Sitoli	25,5	25,5	5,3	5,67
Jumlah Keseluruhan	796,5	766		

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 9 diatas, dapat dilihat bahwa hasil peramalan neonatal bayi di provinsi Sumut pada tahun 2024 sebanyak 796,5 atau jika dibulatkan menjadi 796. Sedangkan pada tahun 2025, hasil peramalan nya sebanyak 766. Hasil tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh wilayah yang terdata pada penelitian ini di tahun yang ditentukan.

Selain itu juga, hasil MAE dan RMSE pada setiap wilayah yang diramal menunjukkan hasil yang dominan sangat baik. Sehingga hasil peramalan yang dilakukan dianggap layak karena tidak ada hasil perhitungan eror yang melebihi 50%.

PENUTUP

Jumlah kematian bayi baru lahir di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2025 diprediksi secara akurat oleh penelitian ini berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan model Chen Fuzzy Time Series. Kematian bayi baru lahir menurun dari 796 kasus pada tahun 2024 menjadi 766 kasus pada tahun 2025, menurut data yang diantisipasi. Hal ini menunjukkan potensi penurunan angka kematian neonatal apabila tidak terjadi gangguan signifikan terhadap faktor-faktor determinan yang memengaruhi kesehatan neonatal.

Model peramalan yang diterapkan menunjukkan tingkat akurasi yang memadai, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) yang relatif rendah di sebagian besar wilayah pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa metode FTS Chen dapat diandalkan untuk peramalan data deret waktu yang bersifat fluktuatif dan tidak pasti.

Dengan demikian, temuan ini dapat memberikan kontribusi sebagai dasar empiris bagi perumusan kebijakan intervensi kesehatan preventif, khususnya dalam upaya penurunan angka kematian neonatal di tingkat provinsi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan variabel-variabel penyebab kematian neonatal serta membandingkan performa FTS dengan metode peramalan lainnya guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan presisi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek variabel input, yaitu hanya menggunakan data deret waktu kematian neonatal tanpa mempertimbangkan faktor

penyebab langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk Mengintegrasikan variabel multivariat, seperti akses layanan kesehatan, tingkat kunjungan antenatal, status gizi ibu, dan kondisi sosial ekonomi, guna meningkatkan ketepatan model prediksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kelancaran, dan kemampuan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan sukses. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Ibu Dr. Rina Filia Sari, M.Si yang telah membimbing dan mendukung penulis selama proses berlangsung.

REFERENSI

- Bagaskoro, D. S., Alamsyah, F. A., & Ramadhan, S. (2022). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Demografi: Fertilitas, Mortalitas Dan Migrasi (Literature Review Perilaku Konsumen). *Jurnal Ilmu Hukum Humaniora dan Politik*, 2 (3), 294-303.
- Maricar, M Azman. 2019. Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ. Vo.13, No. 2, Mei 2019.
- Novia, Anggun, Elni. dkk. (2022). Prediksi Angka Kelahiran Tahun 2022 di Sumatera Utara Menggunakan Metode Naive Bayes. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 1 (3). 8-14.
- Nurjanah. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen dalam Meningkatkan Pelayanan Pada Usaha Laundry Bunda. *Jurnal Mahasiswa*, 117-125.
- Nurhayati, N., Abdullah, A., Maidar, M., Hermansyah, H., & Zakaria, R. (24). Determinan Kematian Neonatal di Rumah Sakit Ibu dan Anak Aceh. *Jurnal Kesehatan Komunitas (KESKOM)*, 10, (1), 86-95.
- Oktarina, R. (2022). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Kematian Neonatal Usia Dini. *Cendekia Medika : Jurnal STIKES Al-Ma'arif Baturaja*, 7 (2), 107-115.
- Song Q. & Chissom, B.S.2020. Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series-Part II. *Journal of Fuzzy Sets and Systems*, 62: 1-8.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif. Bandung : Alfabeta.
- Suhadi, M., Susiana. (2022). Forecasting The Number of Death Due To Traffic Accident in Medan City Using Exponential Smoothing Method. *ZERO : Jurnal Sains, Matematika, dan Terapan*, 6 (2). 39-44.
- Widiyanto. M, H., & Garno, R. M. (2023). Implementasi Time Series Pada Data Penjualan Di Gaikindo Menggunakan Algoritma Seasonal Arima. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, 7 (3). 1501-1506.