



Perkiraan Penerimaan Dana Guru Bantu Di Provinsi Riau Tahun 2022-2023 Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur

Rahmawati¹, Fitriani Muttakin³, Rahmadeni³, Ernila Sari Gulo⁴

Email: rahmawati@uin-suska.ac.id, fitrianimuttakin@uin-suska.ac.id, rahmadeni@uin-suska.ac.id
411950424367@students.uin-suska.ac.id

¹²³⁴ Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Diterima: 13 Desember 2023 | Direvisi: 17 Juli 2023 | Disetujui: 29 Agustus 2023
©2023 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Dana guru bantu ini merupakan bantuan dari pemerintahan berupa uang yang diberikan kepada guru honorer atau non PNS. Dana guru bantu ini bertujuan untuk membantu sekolah agar terpenuhi kebutuhan akan tenaga guru di suatu kabupaten/kota atau Provinsi tertentu melalui sistem seleksi yang telah ditetapkan yang bersifat sementara. Dalam menentukan perkiraan jumlah guru yang menerima dana guru bantu se-Provinsi Riau tahun 2022-2023 ini dapat diatasi dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* yang mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada data historis yang di amati dengan pembentukan interval, fuzzifikasi data historis, menetapkan *Fuzzy Logic Relations Group* dan melakukan perkiraan probabilitas matriks transisi dan defuzzifikasi data *fuzzy* menghitung nilai menggunakan MAPE. Berdasarkan hasil yang diperoleh hasil MAPE sebesar 0,536073441 dan jumlah guru yang akan mendapat dana bantu pada tahun 2022 sekitar 138- 196 orang dan pada tahun 2023 sekitar 110 -138 orang dengan hasil rata-rata MAPE 0,168687 % yang termasuk kategori sangat baik.

Kata kunci : *Fuzzy Time Serie Ruey Chyn Tsaur, data guru bantu, peramalan.*

Forecasting Receipt Of Auxiliary Teacher Funds In Riau Province For 2022-2023 Using The Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur

Abstract

Assistance teacher funds are assistance from government in the form of money given to honorary teachers or non civil servants. This Assistance teacher fund aims to assist schools in meeting the need for teachers in a certain district/city or Province through a selection system that has been established which is temporary. The problem of determining the estimated number of teachers who receive teacher assistance funds throughout the Riau Province in 2022-2023 can be overcome by using the Ruey Chyn Tsaur Fuzzy Time Series method which defines a Fuzzy set on historical data which is observed by forming intervals, fuzzification of historical data, setting Fuzzy Logic Relations Group and perform transition matrix probability forecasting and Fuzzy data defuzzification calculate values using MAPE. Based on the results of the discussion, the MAPE results are 0.536073441% and the number of teachers who will receive assistance funds in 2022 in around 138-196 people and in 2023 around 110-138 people with an average MAPE results of 0.168687% which is included in the very good category.

Keywords: *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur, auxiliary teacher data, forecasting*

1. PENDAHULUAN

Guru adalah pendidik profesional yang tanggung jawab utamanya mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah, menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Seorang guru memiliki kedudukan sebagai tenaga profesional pada jenjang pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah pada jalur pendidikan formal yang diangkat sejalan dengan Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen: “guru adalah seorang pendidik profesional yang mempunyai tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah” [1].

Profesi seorang guru termasuk dalam kategori pekerjaan dengan tanggung jawab untuk melayani masyarakat dibidang pendidikan. Pekerjaan seorang guru menuntut mereka untuk memberikan pelayanan pendidikan yang terbesar dan se-efisien mungkin kepada masyarakat. Secara khusus, seorang guru harus memberikan bantuan ahli murid agar tujuan pembelajaran cepat tercapai. PNS dan Tenaga Kehormatan adalah dua kategori guru. Guru terbagi menjadi 2 macam yaitu PNS dan Tenaga Honorer.

Dalam menyelenggarakan kegiatan negara, pemerintahan, dan pembangunan, PNS adalah pegawai negara yang bertanggung jawab memberikan pelayanan kepada masyarakat secara profesional, beretika, adil, dan merata. Pegawai honorer adalah pegawai non PNS yang tugasnya pada hakekatnya sama dengan PNS pada umumnya, namun jarang memiliki peran struktural yang signifikan di dalam instansi. Kinerja karyawan harus diperhatikan karena merupakan salah satu kunci keberhasilan dan karena hanya membantu jika dialokasikan langsung oleh atasan dan kepala departemen suatu instansi. Salah satu yang berhak menerima dana pendampingan guru dari program Kemendikbud adalah pegawai honorer ini [2].

Dana dukungan guru ini didirikan untuk membantu sekolah dengan mengisi kekurangan guru sementara di kabupaten, kota, atau provinsi tertentu. Pengangkatan instruktur pendamping akan dilakukan secara sementara (tidak terus menerus) sesuai anggaran yang tersedia. Guru bantu juga bersifat tidak mengikat, artinya tidak ada kewajiban pemerintah untuk mengangkat mereka menjadi PNS yang akan bekerja di sekolah kabupaten dan kota tempat mereka bekerja sebelum beralih menjadi asisten pengajar [3].

Pemerintah membuat perhitungan yang akurat dan berhati-hati untuk menentukan perkiraan jumlah penerima di Provinsi Riau selama dua tahun ke depan. Salah satu teknik statistik, seperti perkiraan, yang merupakan proses memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan, dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) yang dikembangkan oleh *Ruey Chyn Tsaur* digunakan dalam penelitian untuk mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada data historis yang diamati dengan membentuk interval, fuzzifikasi data historis, memperkirakan matriks probabilitas transisi dan defuzzifikasi data *fuzzy*, dengan menghitung nilai menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Metode ini memiliki kelebihan yaitu dapat merumuskan suatu kesalahan berdasarkan fakta. Banyak peneliti sebelumnya telah menggunakan teknik ini, termasuk penelitian oleh [4] pada tahun 2018 mengenai peramalan penjualan industri rumah tangga menggunakan *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* dengan menggunakan mesin 10 kategori dan tipe mesin yang bersumber dari *Innovation Household Of Life* sebagai bahan keperluan pengujian dan mendapatkan tingkat kesalahan *Ruey Chyn Tsaur* lebih kecil daripada tingkat kesalahan yang dihitung dengan *Standart Deviation Error* (SDE) setelah dibandingkan dengan SR Singh. Kemudian dilakukan oleh [5] pada tahun 2020 mengenai prediksi pendaftaran mahasiswa baru menggunakan *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* dan hasil prediksi pendaftaran mahasiswa baru diperoleh nilai simpangan (*error*) sebesar 8,48%. Hasil ini menunjukkan kalau model ini bisa digunakan untuk prediksi pendaftaran mahasiswa baru dalam jangka panjang. Kemudian dilakukan oleh [6] mengenai peramalan jumlah mobil di Indonesia menggunakan data runtun waktu dengan menggunakan *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* dan Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penjualan mobil di Indonesia pada Mei 2020 dan Juni 2020 diperkirakan sebanyak 68890 dan 72085 unit mobil dengan nilai MAPE pada model sebesar 11,83% yang memenuhi kualifikasi baik.

2. METODE PENELITIAN

Data ini berasal dari Dinas Pendidikan Provinsi Riau yaitu jumlah guru yang menerima dana guru bantu se-Provinsi Riau tahun 2020-2021. Metode yang digunakan dalam laporan ini adalah *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* yang bertujuan untuk memperkirakan jumlah guru yang menerima dana guru bantu se-Provinsi tahun 2022-2023.

Adapun langkah-langkah metode ini adalah :

1. Menginput data jumlah guru se-Provinsi Riau Tahun 2020-2021
2. Menentukan Himpunan Semesta

Dengan menggunakan persamaan untuk mengidentifikasi nilai terkecil dan terbesar dalam data historis, tahap ini diselesaikan untuk menentukan himpunan semesta :

$$U = [D_{min}; D_{maks}] \tag{1}$$

dengan,

D_{min} = nilai terkecil pada data, D_{max} = nilai terbesar pada data.

3. Membentuk Interval

Proses pembentukan interval melibatkan penghitungan jumlah partisi yang dihasilkan dari pembagian himpunan semesta (U) menjadi interval yang lebih kecil dan selang yang memiliki pengaruh terhadap nilai yaitu memiliki panjang yang sama. Oleh sebab itu menggunakan rumus *Struges*, temukan partisi himpunan universal (U). Berikut adalah rumus *Struges*:

$$n = 1 + 3,22 \log N \tag{2}$$

Dengan

n = banyak partisi, N = jumlah data historis

Untuk menentukan banyaknya jumlah setiap interval, perlu dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{D_{max}-D_{min}}{n} \tag{3}$$

Dengan

I =banyaknya jumlah setiap interval, D_{min} = nilai terkecil pada data,

D_{max} =nilai terbesar pada data.

Kemudian setiap interval diperoleh sebagai berikut

$$\begin{aligned} u_1 &= [U_{min}; U_{min} + I] \\ u_2 &= [U_{min} + I; U_{min} + 2I] \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 u_n &= [U_{min} + (n - 1)l; U_{min} + nl] \\
 u_n &= [d_n; d_{n+1}] \\
 i &= 1, 2, 3, \dots, n
 \end{aligned}$$

Dengan

n = Banyaknya partisi yang didapatkan pada langkah sebelumnya, d_n = Pemisalan dari u_n

Setelah itu menghitung nilai tengah pada setiap selang yang dirumuskan sebagai berikut :

$$m_n = \frac{d_n + d_{n+1}}{2} \tag{5}$$

Dengan,

m_n = Nilai tengah pada setiap interval, d_n = Pemisalan dari u_n

4. Menentukan Himpunan Fuzzy

Identifikasi himpunan fuzzy untuk semesta (U). Agar lebih sederhana, setiap himpunan fuzzy $A_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ ditentukan dalam jumlah selang yang telah ditentukan, di mana A_1, A_2, \dots, A_2 diartikan dengan Persamaan (6). Ini memberi kita hasil berikut.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\
 A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\
 &\vdots \\
 A_i &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0,5}{u_{i-1}} + \frac{0}{u_i}
 \end{aligned} \tag{6}$$

5. Fuzzifikasi

Untuk membuat variabel fuzzy yang berbentuk interval, variabel numerik tersebut dirubah terlebih dahulu. Variabel linguistik dapat dipahami sebagai variabel fuzzy. Dengan mengatur data ke dalam himpunan A yang telah ditentukan sebelumnya, variabel numerik dapat diubah menjadi variable fuzzy yang berbentuk interval.

6. Menentukan Fuzzy Logic Relations (FLR)

Hubungan antara setiap data dan data berikutnya, dinyatakan sebagai himpunan dasar A , dikenal sebagai Fuzzy Logic Relations (FLR). Hubungan FLR dilambangkan dengan $A_i \rightarrow A_j$ jika Jika $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$. A_i sebagai current state mewakili keadaan sekarang atau peristiwa saat ini, dan A_j sebagai next state mewakili keadaan mendatang atau peristiwa mendatang.

7. Menentukan Grup Relasi Logika Fuzzy

Pengelompokan relasi logika fuzzy disebut Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG). Berdasarkan koneksi ke sisi kiri tetap atau kondisi sekarang, FLRG terbentuk.

8. Menghitung Matriks Probabilitas Transisi

Probabilitas transisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i \text{ dan } j = 1, 2, 3 \dots \tag{7}$$

dengan

P_{ij} = Probabilitas peristiwa transisi i dan j , M_{ij} = jumlah transisi antara i dan j ; M_i = banyaknya kejadian yang terjadi antara i dan j . Berikut ini adalah bagaimana matriks probabilitas transisi dinyatakan:

$$[P_{ij}]_{n \times m} = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & P_{22} & \dots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} \tag{8}$$

Dimana

$P_{ij} \geq 0, n =$ Banyaknya baris, $m =$ Banyaknya kolom

9. Menentukan Defuzzifikasi

Menentukan defuzzifikasi dapat dihitung dengan menggunakan beberapa langkah yaitu :

a. Menghitung Perkiraan awal

Dihasilkan menggunakan Relasi Logika Fuzzy, Grup Relasi Logika Fuzzy, dan matriks probabilitas transisi yang diperoleh sebelumnya. Pendekatan berikut dapat digunakan untuk perkiraan awal $F(t)$ dimana $t = 1, 2, 3, \dots, n$:

1. perkiraannya adalah m_i , yang merupakan titik tengah u_i dengan persamaan : Jika Grup Relasi Logika Fuzzy dari A_i adalah himpunan kosong ($A_i \rightarrow \emptyset$), maka:

$$F(t) = m_i \tag{9}$$

2. Jika Grup Relasi Logika Fuzzy dari A_i merupakan himpunan satu ke satu ($A_i \rightarrow A_k$) dengan $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1, j \neq k$ maka hasil perkiraan $F(t)$ dimana m_k adalah nilai tengah dari u_k dengan rumus:

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k \tag{10}$$

3. Jika Grup Relasi Logika Fuzzy merupakan himpunan one to many ($A_i \rightarrow A_1, A_2, A_3, \dots, A_j$) dengan Y_{t-1} adalah sebenarnya ($t - 1$) maka hasil peramalan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_{ii} + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m_i P_i \tag{11}$$

b. Menyesuaikan Kecenderungan Nilai Peramalan

1. jika *fuzzy logic relationship* A_i dan A_j dalam komunikasi, transisi dari keadaan A_i pada waktu $t - 1$ ke keadaan A_j pada waktu t , di mana ($i > j$), dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$D = \left(\frac{l \times s}{2}\right) \tag{12}$$

dimana, l = panjang selang dan s = banyaknya statet maju

2. Jika FLR A_i berkomunikasi dengan A_j dimulai dari *state* A_i saat waktu $t - 1$ sebagai $F(t - 1) = A_i$ dan membuat transisi mundur ke *state* A_j pada waktu t dimana ($i > j$) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$D = -\left(\frac{l \times r}{2}\right) \tag{13}$$

Dimana

l = panjang selang, r = banyaknya state mundur

3. Jika FLR A_i dan A_j berkomunikasi dengan $= j$, maka $D = 0$ adalah nilai trend dari hasil peramalan.

c. Menghitung Hasil Perkiraan terakhir

Dengan menggunakan persamaan berikut, hasil terakhir dari proses pencampuran *fuzzy time series* dan *Markov chain* diramalkan.

$$F'(t) = F_t + D \tag{14}$$

dimana

$F'(t)$ = hasil perkiraan terakhir, F_t = hasil perkiraan awal, D = nilai kecenderungan peramalan

10. Menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE adalah akurasi relatif yang digunakan untuk menghitung seberapa jauh penyimpangan penyajian dari hasil ramalan.

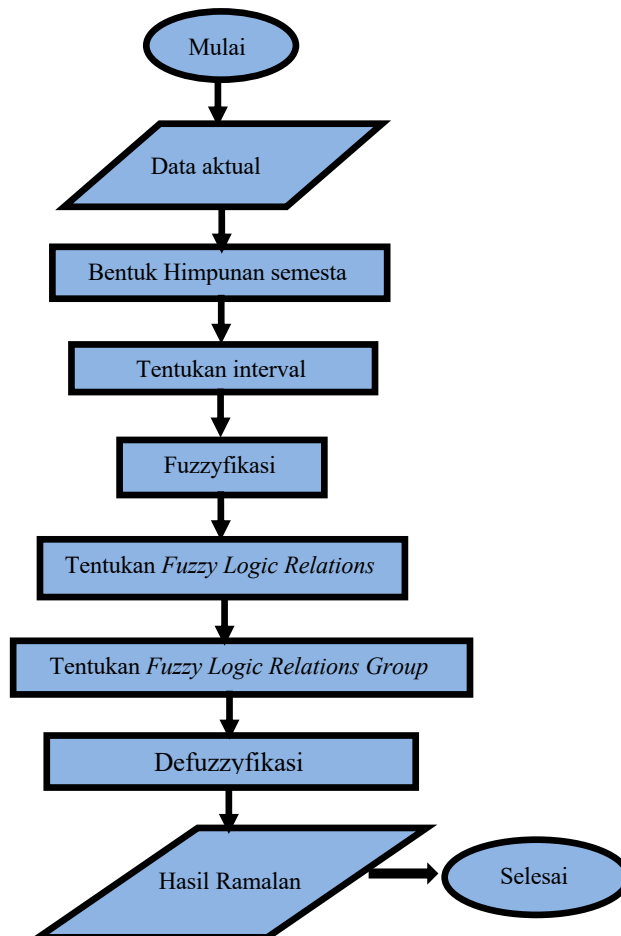
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y(t) - F'(t)|}{Y(t)} \times 100 \tag{15}$$

$Y(t)$ = data aktual pada waktu t , $F'(t)$ = nilai hasil peramalan pada waktu t , n = jumlah data hasil panen

11. Perkiraan Data Selanjutnya

Tahap ini dapat dilakukan apabila model peramalan dengan menggunakan *fuzzy time series ruy chyn tsaur* mendapatkan kriteria baik [7]

Langkah-langkah di atas dapat digambarkan pada *flowchart* di bawah :



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskriptif Data

Data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah data sekunder jumlah guru yang menerima dana bantu se-Provinsi Riau dari 2020-2021 yang bersumber dari dinas pendidikan Provinsi Riau. Sampel yang gunakan penulis adalah 12 kabupaten se-Provinsi Riau. Berikut adalah data jumlah guru yang menerima dana bantu se-Provinsi Riau dari 2020-2021 :

Tabel 1. Data Jumlah Guru yang Menerima Dana Bantu Se-Provinsi Riau dari Tahun 2020-2021

NO.	KAB/KOTA	2020	2021
1.	BENGKALIS	127	175
2.	INDRAGIRI HULU	121	254
3.	DUMAI	91	162
4.	KAMPAR	217	362
5.	KEPULAUAN MERANTI	25	58
6.	SIAK	25	91
7.	ROKAN HILIR	31	60
8.	PELALAWAN	95	156
9.	INDRAGIRI HILIR	128	301
10.	KUANTAN SINGINGI	121	315
11.	ROKAN HULU	96	257
12.	PEKANBARU	159	196
Jumlah		1.236	2.387

Analisa Data

Tahapan-tahapan dalam menggunakan metode *Fuzzy Time Series Ruey Cyhn Tsaur* ini sebagai berikut :

1. Membentuk Himpunan Semesta

Dilihat pada Tabel 4.1 diketahui bahwa himpunan semesta U menggunakan Persamaan (1) :

$$U = [D_{min} ; D_{maks}] = [25 ; 362]$$

2. Menentukan Selang

Rumus *struges* pada Persamaan (2) digunakan untuk membagi himpunan semesta U menjadi beberapa partisi interval.

$$n = 1 + 3,222 \log N = 1 + 3,222 \log(24) = 5,554697 \approx 6$$

Panjang interval untuk setiap partisi adalah sama dan dicari menggunakan Persamaan (3):

$$I = \frac{U_{maks} - U_{min}}{n} = \frac{362 - 25}{6} = \frac{337}{6} = 56,16667$$

Setelah itu, dicari definisi partisi $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7$ dari himpunan semesta U berdasarkan Persamaan (4) :

$$\begin{aligned} u_1 &= [25 ; 81,16667] & u_4 &= [193,5 ; 249,6667] \\ u_2 &= [81,16667 ; 137,3333] & u_5 &= [249,6667 ; 305,82333] \\ u_3 &= [137,3333 ; 193,5] & u_6 &= [305,82333 ; 362] \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan perhitungan nilai tengah dari himpunan semesta U berdasarkan Persamaan (5) :

$$\begin{aligned} m_1 &= 53,08333 & m_4 &= 221,5833 \\ m_2 &= 109,25 & m_5 &= 277,75 \\ m_3 &= 165,4167 & m_6 &= 333,9167 \end{aligned}$$

3. Menentukan himpunan *fuzzy*

Menentukan himpunan *fuzzy* A dilakukan Persamaan (6) sebagai berikut :

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_4 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{0}{u_6}$$

$$A_5 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6}$$

$$A_6 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6}$$

4. Fuzzifikasi

Nilai linguistik berdasarkan himpunan fuzzy tertentu digunakan untuk menentukan tahap fuzzifikasi. Data dari data di atas yang ditunjukkan pada Tabel 2 dikaburkan sebagai berikut menggunakan prosedur yang tercantum di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Fuzzyfikasi

No.	Tahun	Aktual	Fuzzyfikasi	No.	Tahun	Aktual	Fuzzyfikasi
1.	2020	127	A2	13.	2021	175	A3
2.	2020	121	A2	14.	2021	254	A5
3.	2020	91	A2	15.	2021	162	A4
4.	2020	217	A4	16.	2021	362	A6
5.	2020	25	A1	17.	2021	58	A1
6.	2020	25	A1	18.	2021	91	A2
7.	2020	31	A1	19.	2021	60	A1
8.	2020	95	A2	20.	2021	156	A3
9.	2020	128	A2	21.	2021	301	A5
10.	2020	121	A2	22.	2021	315	A6
11.	2020	96	A2	23.	2021	257	A5
12.	2020	159	A3	24.	2021	196	A4

5. Menentukan Fuzzy Logic Relations (FLR)

Data fuzzyfikasi digunakan untuk mencari Fuzzy Logical Relationship (FLR). Data dari Fuzzy Logical Relationship (FLR) ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Fuzzy Logic Relations

No.	Tahun	Aktual	Fuzzyfikasi	No.	Tahun	Aktual	Fuzzyfikasi
1.	2020	127	—	13.	2021	175	A3→A3
2.	2020	121	A2→A2	14.	2021	254	A3→A5
3.	2020	91	A2→A2	15.	2021	162	A5→A4
4.	2020	217	A2→A4	16.	2021	362	A4→A6
5.	2020	25	A4→A1	17.	2021	58	A6→A1
6.	2020	25	A1→A1	18.	2021	91	A1→A2
7.	2020	31	A1→A1	19.	2021	60	A2→A1
8.	2020	95	A1→A2	20.	2021	156	A3→A3
9.	2020	128	A2→A2	21.	2021	301	A3→A5
10.	2020	121	A2→A2	22.	2021	315	A5→A6
11.	2020	96	A2→A2	23.	2021	257	A6→A5
12.	2020	159	A2→A3	24.	2021	196	A5→A4

6. Menentukan Fuzzy Logic Relation Group (FLRG)

Hubungan antara langkah satu ke langkah selanjutnya yang kemudian dibentuk menjadi kelompok dan memiliki sifat permanen digunakan untuk menentukan nilai FLRG. Berikut diberikan Tabel FLRG pada Tabel 4.

Tabel 4. Fuzzy Logic Relation Group

Current State	Next Stage	FLRG
A1	2A12A2A3	A1→2A12A2 A3
A2	A15A2A3A4	A2→ A15A2A3 A4
A3	A3 2A5	A3→ A3 2A5
A4	A1A6	A4→ A1A6
A5	2A4A6	A5→2A4A6
A6	A1 A5	A6→ A1 A5

7. Menghitung Transition Probability Matrix

Berdasarkan data fuzzyfikasi hingga FLRG di setiap data, maka dibuat Transition Probability Matrix. Berdasarkan interval sebelumnya, matriks probabilitas transisi berukuran 6x6 data dibuat.

8. Defuzzyfikasi

Berdasarkan data fuzzyfikasi hingga FLRG di setiap set data, Transition Probability Matrix dihasilkan. Berdasarkan interval sebelumnya, Transition Probability Matrix pada data yang dibuat pada Persamaan (9) sampai Persamaan (11).

$$\begin{aligned}
 F(2) &= A2_1(m_1) + B2(m_2) + A2_3(m_3) + A2_4(m_4) + A2_5(m_5) + A2_6(m_6) \\
 &= 0,1(53,08333) + 0,6(121) + 0,1(165,4167) + 0(221,5833) + 0(277,75) + 0(333,9167) \\
 &= 116,6083333
 \end{aligned}$$

Hasil prediksi awal diberikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Prediksi Awal

No.	Tahun	Aktual	Peramalan awal	No.	Tahun	Aktual	Peramalan awal
1.	2020	127	—	13.	2021	175	219,15
2.	2020	121	116,6083333	14.	2021	254	233,125
3.	2020	91	98,60833333	15.	2021	162	193,5
4.	2020	217	193,5	16.	2021	362	165,4166667
5.	2020	25	86,78333333	17.	2021	58	99,98333333

6.	2020	25	86,7833333	18.	2021	91	98,6083333
7.	2020	31	89,1833333	19.	2021	60	100,7833333
8.	2020	95	101,0083333	20.	2021	156	213,45
9.	2020	128	120,8083333	21.	2021	301	193,5
10.	2020	121	116,6083333	22.	2021	315	165,4166667
11.	2020	96	101,6083333	23.	2021	257	193,5
12.	2020	159	214,35	24.	2021	196	193,5

Persamaan (12) dan Persamaan (13) digunakan pada titik ini untuk melengkapi nilai kecenderungan nilai dari perkiraan.

$$D_{t=2} = \frac{56,16667 \times 0}{2} = 0$$

$$D_{t=3} = \frac{56,16667 \times 0}{2} = 0$$

Hasil kecenderungan prediksi diberikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Hasil Data Kecenderungan Prediksi Tahun 2020-2021

No.	Tahun	Fuzzyfikasi	D	No.	Tahun	Fuzzyfikasi	D
1.	2020	-	0	13.	2021	A ₃ →A ₃	0
2.	2020	A ₂ →A ₂	0	14.	2021	A ₃ →A ₅	56,1666667
3.	2020	A ₂ →A ₂	56,1666667 7	15.	2021	A ₅ →A ₄	-28,0833333
4.	2020	A ₂ →A ₄	-84,25	16.	2021	A ₄ →A ₆	56,1666667
5.	2020	A ₄ →A ₁	0	17.	2021	A ₆ →A ₁	-140,4166667
6.	2020	A ₁ →A ₁	0	18.	2021	A ₁ →A ₂	28,0833333
7.	2020	A ₁ →A ₁	28,0833333 3	19.	2021	A ₂ →A ₁	-28,0833333
8.	2020	A ₁ →A ₂	0	20.	2021	A ₃ →A ₃	-56,1666667
9.	2020	A ₂ →A ₂	0	21.	2021	A ₃ →A ₅	56,1666667
10.	2020	A ₂ →A ₂	0	22.	2021	A ₅ →A ₆	28,0833333
11.	2020	A ₂ →A ₂	28,0833333 3	23.	2021	A ₆ →A ₅	-28,0833333
12.	2020	A ₂ →A ₃	0	24.	2021	A ₅ →A ₄	-28,0833333

tahap menentukan hasil perkiraan terakhir, menggunakan Persamaan (14) yang dapat dari langkah perkiraan awal dan penyesuaian hasil perkiraan.

$$F'(2) = F(2) + D$$

$$= 116,6083333 + 0$$

$$= 116,6083333$$

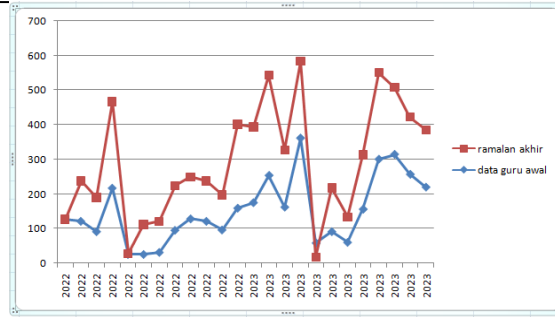
Dimana,

F'(t) = hasil perkiraan terakhir, F = pemisalan untuk perkiraan awal, D = kecenderungan nilai perkiraan. Prediksi akhir untuk tahun 2022-2023 diberikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Prediksi Akhir

No.	Tahun	Aktual	Peramalan akhir	No.	Tahun	Aktual	Peramalan akhir
1.	2020	127	-	13.	2021	175	219,15
2.	2020	121	116,6083333	14.	2021	254	289,2916667
3.	2020	91	98,6083333	15.	2021	162	165,4166667
4.	2020	217	249,6666667	16.	2021	362	221,5833333
5.	2020	25	2,533333333	17.	2021	58	-40,4333333
6.	2020	31	89,1833333	18.	2021	60	72,7
7.	2020	95	129,0916667	19.	2021	156	157,2833333
8.	2020	128	120,8083333	20.	2021	301	249,6666667
9.	2020	121	116,6083333	21.	2021	315	193,5
10.	2020	96	101,6083333	22.	2021	257	165,4166667
11.	2020	159	242,4333333	23.	2021	196	165,4166667

Data aktual tahun 2020-2021 dan data peramalan jumlah Guru yang menerima dari tahun 2022-2023 diatas dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar berikut :



Gambar2. Data aktual dan perkiraan terakhir jumlah guru 2022-2023

9.Menentukan Kesalahan dengan MAPE

Kesalahan dibutuhkan untuk menguji apakah perkiraan layak dipakai atau tidak dengan menggunakan ketentuan kriteria perhitungan Kesalahan MAPE. Misalkan pada data kedua pada tahun 2020 dengan data aktual adalah 121 dan data perkiraan ini berdasarkan Persamaan (15) sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{24} \sum_{t=2}^n \frac{|121 - 116,6083333|}{121} \times 100 = 0,036294766\%$$

Tabel 8 Hasil Kesalahan Prediksi Tahun 2020-2021

No.	Tahun	error	No.	Tahun	error
1.	2020	—	13.	2021	0,252285714
2.	2020	0,036294766	14.	2021	0,13894357
3.	2020	0,083608059	15.	2021	0,021090535
4.	2020	0,150537634	16.	2021	0,387891344
5.	2020	0,898666667	17.	2021	1,697126437
6.	2020	2,471333333	18.	2021	0,392216117
7.	2020	1,87688172	19.	2021	0,211666667
8.	2020	0,358859649	20.	2021	0,008226496
9.	2020	0,056184896	21.	2021	0,170542636
10.	2020	0,036294766	22.	2021	0,385714286
11.	2020	0,058420139	23.	2021	0,356355383
12.	2020	0,524737945	24.	2021	0,156037415

Dilihat pada Tabel 8 perhitungan diatas menggunakan persamaan (15), rata-rata galat MAPE jumlah guru di Provinsi Riau tahun 2020–2021 adalah 0,466518094%. Proyeksi jumlah guru penerima di seluruh Provinsi Riau cukup memuaskan karena rata-rata nilai error yang dihasilkan kurang dari 10%. Ini adalah hasil yang sangat bagus. Perkiraan jumlah guru penerima di Provinsi Riau dilakukan setelah mendapatkan model logika Ruey Chyn Tsaur seperti yang telah disebutkan. Hasil perkiraan ini, yang dilakukan selama dua tahun berikutnya, ditunjukkan pada Tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9 Perkiraan Jumlah Guru Bantu Tahun 2022-2023

No.	KAB/KOTA	Tahun	Peramalan Awal	D	Peramalan akhir	Error
1.	BENGKALIS	2022	196	0	196	0
2.	INHU	2022	193,5	0	193,5	0
3.	DUMAI	2022	224,7	28,08333333	252,7833333	0,124981
4.	KAMPAR	2022	257,63	-28,08333333	229,5466667	0,109006
5.	K. MERANTI	2022	193,5	-28,08333333	165,4166667	0,145134
6.	SIAK	2022	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449
7.	ROKAN HILIR	2022	126,4083133	28,08333333	154,4916467	0,222164
8.	PELALAWAN	2022	137,3333	0	137,3333	0
9.	INHIL	2022	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449
10.	K. SINGING	2022	126,4083133	0	126,4083133	0
11.	ROKAN HULU	2022	119,8533213	28,08333333	147,9366547	0,234314
12.	PEKANBARU	2022	137,3333	0	137,3333	0
13.	BENGKALIS	2023	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449
14.	INHU	2023	126,4083133	84,25	252,7833333	0,999737
15.	DUMAI	2023	257,63	-28,08333333	229,5466667	0,109006
16.	KAMPAR	2023	243,939	0	243,939	0
17.	K. MERANTI	2023	239,8317	28,08333333	267,9150333	0,117096

18.	SIAK	2023	257,63	-28,08333333	229,5466667	0,109006
19.	ROKAN HILIR	2023	243,939	-28,08333333	193,5	0,206769
20.	PELALAWAN	2023	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449
21.	INHIL	2023	126,4083133	28,08333333	154,4916466	0,222164
22.	K. SINGING	2023	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449
23.	ROKAN HULU	2023	126,4083133	28,08333333	154,4916466	0,222164
24.	PEKANBARU	2023	137,3333	-28,08333333	109,2499667	0,20449

Dilihat pada Tabel 9 dan penyelesaian di atas didapatkan bahwa perkiraan jumlah guru yang menerima dana guru bantu menggunakan *Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur* pada tahun 2022 diperkirakan 138-196 orang dan pada tahun 2023 diperkirakan 110-138 orang dengan hasil rata-rata MAPE 0,168687% dari jumlah guru se-Provinsi Riau tahun 2022-2023. Hasil peramalan ini tidak bisa dipastikan dengan benar karena mengalami kenaikan dan penurunan tergantung pada faktor lingkungan di daerah tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dibahas di atas, hasil MAPE sebesar 0,466518094% yang diperoleh adalah 10% sehingga termasuk dalam kriteria sangat baik. Selain itu, perkiraan jumlah guru penerima dana guru bantu se-Provinsi Riau dengan menggunakan Metode *Time Series Ruey Chyn Tsaur Fuzzy* pada tahun 2022 diperkirakan antara 138-196 orang pada tahun 2022 dan pada tahun 2023 diperkirakan 110-138 orang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AHMAD FAUZI, "PERBEDAAN KINERJA ANTARA GURU PNS DENGAN NON PNS DI SD NEGERI SE-DESA PUTATSARI NASKAH," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2015.
- [2] C. Masinambow and Adolfinia, "Analisis Perbandingan Kinerja Pegawai PNS dan Non PNS di Politeknik Negeri Manado," *Jurnal EMBA*, vol. 5, no. 2, pp. 1093–1101, 2017.
- [3] J. Subaygo, "PERLINDUNGAN HUKUM ATAS KESEJAHTERAAN GURU BANTU," 2006.
- [4] Yudi, "Peramalan Penjualan Mesin Industri Rumah Tangga Dengan Metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur," *Jurnal Informatika Kaputama(JIK)*, vol. 2, no. 1, pp. 53–59, 2018.
- [5] I. Admirani, "Model Ruey Chyn Tsaur Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Pendaftaran Mahasiswa Baru," *56 Jurnal JUPITER*, vol. 12, no. 2, pp. 56–64, 2020.
- [6] M. Churrohmah, *Peramalan Penjualan Mobil di Indonesia Menggunakan Data Runtun Waktu Dengan Logika Ruey Chyn Tsaur*. 2020.
- [7] R. Rahmawati, D. E. Sari, A. N. Rahma, and M. Soleh, "Prediksi Curah Hujan di PPKS Bukit Sentang Dengan Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur," *Jurnal Matematika Integratif*, vol. 17, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.24198/jmi.v17.n1.32820.51-61.
- [8] Rahmawati, E. P. Cynthia, and K. Susilowati, "Metode Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat," *Journal of Education Informatic Technology and ...*, vol. 1, no. 1, pp. 11–23, 2019, [Online].
- [9] M. L. Tauryawati and M. I. Irawan, "Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 3, no. 2, pp. A34–A39, 2014, [Online]. Available: www.idx.co.id
- [13] R. Bakri, A. N. Rahma, I. Suryani, and Y. Sari, "Penerapan Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jumlah Peserta Bpjs Kesehatan Menggunakan Fuzzy Inference System Sugeno," *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. Dan Stat.*, Vol. 1, No. 3, Pp. 182–192, 2020.
- [14] A. Novia Rahma and W. Septia, "Prediction Of Rupiah Exchange Rate Against Australian Dollar using The Chen Fuzzy Time Series Method," *Sintechcom Sci. Technol. Commun. J.*, Vol. 1, No. 2, P. 74, 2021.
- [15] Rahmawati, Yuniza, A. N. Rahma, and Zukrianto, "Prediksi Jumlah Wisatawan Di Kota Pekanbaru Pada Tahun 2019- 2023 Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Chen," *J. Pendidik. Mat.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 36–44, 2020.
- [16] Rahmawati, Wartono, and A. Y. Putri, "Pengklasteran Tingkat Pendidikan Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy Subtractive Clustering (Studi Kasus : Badan Kepegawaian Dan Pelatihan Daerah Provinsi Riau)," *J. Sains Mat. Dan Stat.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 79–89, 2019.
- [17] S. Saputri and A. N. Rahma, "Pengelompokan Suhu Di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Fuzzy K-Means," No. November, Pp. 505–512, 2019.
- [18] R. Rahmawati, A. N. Rahma, and H. Hernita, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Jumlah Pembiayaan Rahn Berdasarkan Jumlah Nasabah Dan Harga Emas," *Map (Mathematics Appl. J.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 40–49, 2020.
- [19] Rahmawati, A. N. Rahma, S. Basriati, and N. Andriani, "Menentukan Besarnya Omset Pegadaian Menggunakan Fuzzy Inference System Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Map J.*, Pp. 64–74, 2020.
- [20] Rahmawati, Rahima Dina, and Wartono, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Pendapatan Pegadaian Berdasarkan Jumlah Omset Harga Emas Dan Kurs," *Buana Mat. J. Ilm. Mat. Dan Pendidik. Mat.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 89–104, 2020.
- [21] Rahmawati, "Penerapan Fuzzy Linear Programming Pada Optimasi Pembangunan Rumah Susun (Rusun) Di Kawasan Pondok Cina Provinsi Jawa Barat," *J. Sains Mat. Dan Stat.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 79–89, 2018.
- [22] A. N. R. Rahmawati, Wartono, Ari Pani Desvina, "Menentukan Jumlah Pasokan Komoditas Pangan Di Provinsi Riau Berdasarkan Fuzzy Inference System Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Sains, Teknol. Dan Ind.*, Vol. 15, No. 2, P. 105, 2018.