

Fuzzy time series dalam meramalkan jumlah produksi karet di Sumatra Utara

(Fuzzy time series in forecasting the amount of rubber production in North Sumatra)

Arika, Daratullaila, Khairunnas Fadjriah Sirait, Riezky Purnama Sari*

Program Studi Matematika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Aceh, Indonesia

*korespondensi: riezkyburnamasari@unsam.ac.id

Received: 27-11-2023, accepted: 25-09-2023

Abstract

Rubber (*Hevea brasiliensis*) belongs to the genus *Hevea* dari familia *Euphorbiaceae* which is a tropical woody tree native to the amazon jungle. Rubber is one of the plantation crops that is very important for the economy in Indonesia. Rubber production in North Sumatra has increased every year. To find out whether the amount of rubber production in North Sumatra increases or decreases next year by forecasting the amount of rubber production and getting better forecasting results in the future. This estimate can use the fuzzy time series forecasting method. The fuzzy time series uses the fuzzy set theory as the basis for calculations and a concept used to forecast actual data formed with linguistic variables. The method used in predicting the amount of rubber production in North Sumatra is the fuzzy time series method with data from 1997 to 2021. And the result of forecasting rubber production in 2022 is 261997 with MAPE of 0.54%.

Keywords: Forecasting, rubber production, fuzzy time series

MSC2020: 62M10, 62M20, 62M86, 03E72

1. Pendahuluan

Karet (*Hevea brasiliensis*) adalah salah satu produk pertanian terpenting bagi Indonesia yang mendukung ekonomi pertanian negara. Penghasilan yang diperoleh dari karet cukup signifikan. Bahkan Indonesia sebelumnya mendominasi produksi karet dengan mengalahkan hasil dari negara asal tanaman karet yaitu Brazil dan negara-negara lainnya [1]. Karet diklasifikasikan *Hevea* dari familia *Euphorbiaceae* yang merupakan jenis pohon kayu tropis asli hutan Amazon [2]. Karet merupakan salah satu hasil perkebunan yang paling signifikan bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia. Selain minyak dan gas, karet merupakan komoditas ekspor Indonesia yang sangat penting yang berfungsi sebagai sumber keamanan utama bangsa. Eksportir karet terbesar di dunia adalah Indonesia [3].

Tanaman karet ini berasal dari cekungan Amazon di Brazil, tumbuh di hutan hujan tropis di garis lintang di sekitar khatulistiwa dan pada ketinggian kurang dari 200 meter di atas permukaan laut. Karakteristik lain termasuk angin rendah yang konstan sepanjang tahun,

jumlah hujan yang tinggi tanpa musim kemarau yang jelas, dan suhu udara bulanan rata-rata. Namun belakangan ini, penanaman karet semakin banyak dilakukan di tempat yang tidak sesuai dengan kriteria tersebut dan memiliki kesesuaian lokasi yang buruk [4].

Kabupaten di Sumatera Utara berikut ini memiliki lahan keadaan yang cocok digunakan dalam karet pertanaman: Mandailing Natal, Langkat, Padang Lawas Utara, Tapanuli Tengah, dan Tapanuli Selatan. Luas area tanaman karet mencapai puncaknya pada tahun 2015 sebesar 589.184,85 hektar, dan produksi karet mencapai 559.594,84 ton, namun mengalami penurunan produksi yang signifikan pada tahun 2018 sekitar 1,60%, atau 561.035,19 hektar, dan 547.298,86 ton atau 0,73%. Perkebunan rakyat menghasilkan barang-barang dengan kualitas terbaik, dengan produksi mereka menyumbang sekitar 56,60% dari seluruh output Sumatera Utara [5].

Peningkatan produksi karet sangat penting bagi perekonomian semakin meningkatnya produksi maka semakin meningkat pula komoditas ekspor. Dengan menentukan hasil peramalan produksi karet di Sumatera Utara yang akan datang akan berpengaruh secara signifikan. Salah satu komponen penting dari proses pengambilan keputusan adalah peramalan. Teknik peramalan menggunakan data berkala untuk mengetahui apakah jumlah produksi karet di Sumatera Utara mengalami kenaikan atau mengalami penurunan pada tahun ke depan. Model regresi dan model deret waktu adalah dua jenis model yang membentuk teknik peramalan kuantitatif [6]. Tujuan dari peramalan dalam proses peramalan adalah mengurangi perkiraan yang tidak pasti dan membuat perkiraan lebih akurat daripada apa yang akan terlihat pada periode waktu mendatang. Satu-satunya metode yang paling banyak digunakan untuk pemrosesan data deret waktu adalah dengan peramalan *fuzzy time series*. Metode *fuzzy* merupakan salah satu metode yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai error mendekati 0% [7]. Data dengan satu objek yang disusun secara kronologis atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu disebut sebagai data deret waktu. Satu jam, sehari, seminggu, sebulan, setahun, dan sebagainya termasuk dalam kerangka waktu. Oleh karena itu, data berkala adalah data statistik yang dicatat dan diverifikasi secara berkala [8].

Dalam *fuzzy time series*, perhitungan peramalan untuk panjang interval sudah diketahui sebelum perhitungan dimulai. Sementara itu, memilih panjang interval sangat penting untuk menciptakan *fuzzy relationship* yang tidak diragukan lagi akan mempengaruhi hasil dari berbagai perhitungan peramalan. Maka, pembentukan *fuzzy relationship* harus dilakukan secara akurat dan tepat yang mengharuskan penentuan panjang interval yang sesuai [9].

Koleksi yang menggambarkan keadaan atau keadaan tertentu dalam variabel *fuzzy* disebut sebagai himpunan *fuzzy* [10]. Himpunan *fuzzy* memiliki sifat linguistik dan numerik. Logika *fuzzy* umumnya menggunakan variabel linguistik sebagai satuan ukurannya. Bilangan tidak diatur oleh kata-kata yang digunakan dalam logika *fuzzy*, tetapi jauh lebih mirip dengan intuisi manusia [11]. Logika *fuzzy* dapat digunakan antara

lain untuk mengubah ruang input menjadi ruang output. Aturan *fuzzy*, yaitu aturan yang memungkinkan aturan *fuzzy* dari kecerdasan manusia diterjemahkan ke dalam program yang dapat diimplementasikan pada komputer, kedua elemen logika *fuzzy* selain fungsi yang ditawarkan [12].

Berdasarkan uraian diatas, peneliti melakukan penelitian tentang peramalan jumlah produksi karet di Sumatera Utara menggunakan metode *fuzzy time series*. Dengan hasil peramalan ini diharapkan mendapatkan hasil prediksi yang lebih baik pada masa yang akan datang.

2. Metodologi

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan data jumlah produksi karet di Sumatera Utara pada tahun 1997-2021. Jenis data penelitian ini adalah data kuantitatif yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.

Sebuah konsep yang digunakan untuk meramalkan data aktual yang dibuat dengan variabel linguistik dikenal sebagai *fuzzy time series*, yang didirikan oleh Song dan Chissom berdasarkan teori himpunan *fuzzy* sebagai dasar perhitungan [13]. Pendekatan peramalan yang disebut deret waktu *fuzzy* dapat digunakan untuk membuat prediksi berdasarkan data historis dan prinsip *fuzzy* [14]. Perbedaan *time series* dan *fuzzy time series* adalah jika menggunakan data aktual merupakan *time series*, dan jika menggunakan data himpunan *fuzzy* dari data aktual merupakan *fuzzy time series*.

Langkah – langkah untuk menyelesaikan *fuzzy time series* adalah sebagai berikut:

1. Mentransformasikan data kedalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus.

$$d_t = \left(\frac{(x_t - x_{t-1})}{x_{t-1}} \times 100\% \right), t = 2, 3, \dots, n. \quad (1)$$

dimana x_t adalah data pada waktu ke t , x_{t-1} adalah data pada waktu $t-1$

2. Mendefinisikan himpunan semesta $U = D_{min} . D_{max}$ dan membaginya menjadi interval-interval $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$ dengan panjang yang sama dengan menggunakan kaidah sturges.

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } N, \quad (2)$$

dengan K adalah jumlah kelas, N adalah banyaknya data sedangkan 1 dan 3,322 adalah konstanta.

$$P = \frac{\text{Range}}{K} \quad (3)$$

3. Mengelompokkan persentase perubahan data produksi karet dari tahun ke tahun berikutnya dengan memasukkan data ke dalam interval yang sudah ditentukan.
4. Menentukan setiap set *fuzzy* berdasarkan interval yang sebelumnya telah dibagi, kemudian cari titik tengah interval untuk menghitung nilai yang diharapkan dari perubahan persentase.

5. Memprediksi persentase perubahan data menggunakan fungsi keanggotaan tringular

$$t_j = \begin{cases} \frac{1,5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0,5}{a_2}}, & \text{jika } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{0,5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0,5}{a_{j+1}}}, & \text{jika } 2 \leq j \leq n - 1 \\ \frac{1,5}{\frac{1}{a_{n-1}} + \frac{0,5}{a_n}}, & \text{jika } j = n \end{cases} \quad (4)$$

$t = 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, n$ dan a_{j-1}, a_j, a_{j+1} adalah titik dari sub interval u_{j-1}, u_j, u_{j+1} .

6. Menentukan nilai data berdasarkan hasil peramalan

$$F(t) = \left(\frac{t_j}{100} \times x_{t-1} \right) + x_{t-1} \quad (5)$$

$t_j \rightarrow F(t)$ nilai peramalan berdasarkan hasil peramalan persentase perubahan dan x_{t-1} data aktual ke $t - 1$.

7. Mengukur ketepatan hasil peramalan dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Tingkat kesalahan dari pendekatan yang digunakan harus diketahui untuk menentukan teknik peramalan yang baik. Selisih antara nilai aktual dan nilai peramalan digunakan untuk menghitung kesalahan pengukuran. MAPE adalah rata-rata dari perbedaan persentase absolut antara keluaran perhitungan peramalan dan hasil aktual yang diperoleh[15].

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|x_t - f_t|}{x_t} \times 100\%}{n} \quad (6)$$

dengan x_t : nilai hasil obeservasi (data aktual) ke- t , f_t : nilai hasil peramalan data ke- t , dan n : banyaknya data.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah produksi karet di Sumatera Utara pada tahun 1997 sampai dengan 2021 yang diperoleh dari BPS Provinsi Sumatera Utara. Pada metode *fuzzy time series* ini terdapat beberapa langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan himpunan semesta (U)

Pada *fuzzy time series*, menggunakan presentasi perubahan sata dengan membentuk himpunan semesta (U) menggunakan Persamaan (1):

$$d_2 = \left(\frac{(x_2 - x_1)}{x_1} \times 100 \right) = \left(\frac{191960 - 183670}{183670} \right) \times 100 = 4,51, \\ \vdots$$

$$d_{24} = \left(\frac{(x_{24} - x_{23})}{23} \times 100 \right) = \left(\frac{300766 - 310016}{310016} \right) \times 100 = -2,98.$$

Hasil keseluruhan dari persentase perubahan data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase perubahan data

Tahun	Produksi (x_t)	Persentase Perubahan (d_t)
1997	183670	-
1998	191960	4.51
1999	261127	36.03
2000	218209	-16.44
2001	232191	6.41
2002	261127	12.46
2003	228510	-12.49
2004	197915	-13.39
2005	211081	6.65
2006	220664	4.54
2007	223793	1.42
2008	223697	-0.04
2009	239421	7.03
2010	264928	10.65
2011	280446	5.86
2012	349063	24.47
2013	310364	-11.09
2014	321096	3.46
2015	333922	3.99
2016	331757	-0.65
2017	311099	-6.23
2018	309371	-0.56
2019	309973	0.19
2020	310016	0.01
2021	300766	-2.98

Dari hasil persentase perubahan data pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai persentase perubahan minimum yaitu -16,44 dan nilai persentase perubahan maksimum yaitu 36,03. Nilai persentase perubahan minimum dan maksimum yang diperoleh digunakan untuk mendefinisikan himpunan semesta sebelum melakukan peramalan. Kemudian menghitung banyaknya interval (K) dengan menggunakan persamaan (2) dan panjang interval kelas (P) menggunakan persamaan (3).

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } (24) = 5,6 \approx 6$$

$$R = (36,03 - (-16,44)) = 52.47$$

$$P = \frac{52,47}{6} = 8.745 \approx 8.75$$

pari hasil di atas didapatkan interval interval (K) yaitu 6 dan panjang interval kelas (R) yaitu 8,75.

b. Pengelompokkan persentasi perubahan data

Setelah interval data sesuai, maka untuk bisa menggunakan analisis *fuzzy* yang terdapat himpunan semesta dalam berbentuk tabel di hitung frekuensi masing - masing data. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Frekuensi kepadatan data berdasarkan distribusi perubahan persentase

Selang ke	Interval	Jumlah Data	Jumlah Sub Interval
1	[-16,44 ; -7,69]	4	2
2	[-7,69 ; 1,06]	7	1
3	[1,06 ; 9,81]	9	3
4	[9,81 ; 18,56]	2	5
5	[18,56 ; 27,31]	1	6
6	[27,31 ; 36,06]	1	4

Berdasarkan dapat dilihat pada tabel frekuensi kepadatan pada selang ke-1 mempunyai jumlah sub interval sebesar 2 maka interval tersebut berada diperingkat ke-2 setelah itu dibagi menjadi 2 subinterval yang sama yaitu:

$$P_1 = \frac{-7,69 - (-16,44)}{2} = 4,38$$

$$\vdots$$

$$P_2 = \frac{36,06 - (27,31)}{4} = 2,19$$

Dari perhitungan panjang interval diatas maka dihasilkan interval baru, dapat dilihat di Tabel 3. Setelah didapatkan interval dan himpunan *fuzzy*, maka selanjutnya menentukan nilai titik tengah pada masing-masing interval, yaitu:

$$a_1 = \frac{-16,44 + (-12,06)}{2} = -14,28$$

$$\vdots$$

$$a_2 = \frac{33,91 - (3,61)}{2} = 35,01$$

Dan selanjutnya hingga interval ke-21, dapat dilihat pada Tabel 3.

c. Meramalkan persentase perubahan data

Selanjutnya, mencari nilai titik tengah. Titik tengah digunakan untuk memperkirakan perubahan persentase menggunakan fungsi dan data keanggotaan triangular. Pada interval pertama dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$t_1 = \frac{1,5}{\frac{1}{-14,25} + \frac{0,5}{-9,87}} = \frac{1,5}{(-0,0702) + (-0,0507)} = -12,41.$$

Untuk memprediksi persentase perubahan interval kedua dapat dihitung sebagai berikut:

$$t_2 = \frac{2}{\frac{0,5}{-14,25} + \frac{1}{-9,87} + \frac{0,5}{-3,31}} = \frac{1,5}{(-0,0351) + (-0,1013) + (-0,1511)} = -6,96.$$

Adapun prediksi persentase perubahan interval terakhir dihitung sebagai berikut:

$$t_{21} = \frac{1,5}{\frac{0,5}{32,82} + \frac{1}{35,01}} = \frac{1,5}{(0,0152) + (0,0286)} = 34,25,$$

dan seterusnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Interval, himpunan fuzzy, nilai tengah, dan prediksi persentase perubahan

No	Himpunan Fuzzy	Interval	Nilai Tengah	t_j
1	A1	[-16,44 ; -12,06]	-14,25	-12,41
2	A2	[-12,06 ; -7,68]	-9,87	-6,96
3	A3	[-7,68 ; 1,07]	-3,31	-12,89
4	A4	[1,07 ; 3,99]	2,53	5,95
		⋮		
18	A18	[27,34 ; 29,53]	28,44	28,65
19	A19	[29,53 ; 31,72]	30,63	30,55
20	A20	[31,72 ; 33,91]	32,82	32,75
21	A21	[33,91 ; 36,1]	35,01	34,25

d. Menentukan nilai peramalan

Jika semua nilai prediksi persentase perubahan sudah di dapat, maka setelah itu meramalkan nilai data peramalan nilai ke- t dengan nilai prediksi persentase perubahan data. Maka nilai peramalannya dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5) sebagai berikut:

$$F_{1998} = \left(\frac{4,51}{100} \times 183670\right) + 183670 = 8283,517 + 183670 = 191954,$$

$$\vdots$$

$$F_{2021} = \left(\frac{-2,98}{100} \times 310016\right) + 310016 = -9.238,48 + 310016 = 300778.$$

Untuk melakukan peramalan selanjutnya, maka dilakukan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing* didapatkan nilai peramalan pada $F_{2022} = 302492$, maka hasil peramalan tahun 2022 adalah sebagai berikut:

$$F_{2022} = \left(\frac{-12,89}{100} \times 300766\right) + 300766 = -38768,77 + 300766 = 261997$$

e. Pengukuran kesalahan peramalan

Adapun untuk mengukur kesalahan dalam penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang dihitung dengan menggunakan Persamaan (6) sebagai berikut.

$$MAPE = \left(\frac{|191960 - 191954|}{26} \times 100\right) + \dots + \left(\frac{|302429 - 261997|}{26} \times 100\right) = 0,54.$$

Berdasarkan perhitungan diatas metode *fuzzy time series* di dapatkan hasilprediksi jumlah produksi karet di Sumatera Utara yaitu sebesar 261997 ton dengan MAPE sebesar 0,54%.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy time series* dalam meramalkan hasil jumlah produksi karet di Sumatera Utara mendapatkan hasil peramalan sebesar 261997 ton dengan MAPE sebesar 0,54%.

Daftar Pustaka

- [1] A. Indarto, D.N. Puruhito, and T.E. Suswatiningsih, “Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi,” *J. Masepi.*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [2] H. Sulistiani and K. Muludi, “Penerapan metode certainty factor dalam mendeteksi penyakit tanaman karet,” *J. Pend. Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 1, pp. 51-59, 2018. [[CrossRef](#)]
- [3] Badan Pusat Statistik Indonesia, *Statistik Indonesia 2020*. Jakarta: BPS Indonesia, 2020.
- [4] R. Evizal, *Karet Manajemen dan Pengelolaan Kebun*. Bandar Lampung: Plantaxia, 2015.
- [5] Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara, *Laporan Kinerja Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020*. Medan: Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara, 2021.
- [6] M. N. Hayati and S. Wahyuningsih, “Peramalan menggunakan metode fuzzy time series cheng forecasting using fuzzy time series cheng method,” *J. Eksponensial.*, vol. 8, pp. 51-56, 2017.
- [7] T. Hariani, “Peramalan produk domestik regional bruto (PDRB) Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan metode fuzzy time series,” Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017.
- [8] I.J. Thira, N.A. Mayangky, D.N. Kholifah, I. Balla, and W. Gata, “Peramalan data kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia menggunakan fuzzy time series,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 18, 2019. [[CrossRef](#)]
- [9] O. Fransistio and D. A. Nugraha, “Forecasting data penunggakan pembayaran menggunakan metode fuzzy time series di PDAM Kota Malang,” *Seminar Nasional FTS 2019.*, vol. 2, pp. 118-127, 2019.
- [10] Y. Safitri, S. Wahyuningsih, and R. Goejantoro, “Peramalan dengan metode fuzzy time series markov chain (Studi kasus: Harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017),” *J. Eksponensial*, vol. 9, pp. 51–58, 2018.

- [11] S.R. Binaiya and M.N. Hayati, “Peramalan menggunakan time invariant fuzzy time series (Studi kasus: Indeks harga konsumen Provinsi Kalimantan Timur),” *J. Eksponensial*, vol. 10, pp. 175-182, 2019.
- [12] A.S. Sukanto, W. Setiawan, “Peramalan saham berdasarkan data masa lalu dengan pendekatan fuzzy time series,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 192-196, 2018. [[CrossRef](#)]
- [13] F. Aditya, D. Devianto, and Maiyastri, “Peramalan harga emas indonesia menggunakan metode fuzzy time series klasik,” *J. Matematika UNAND*, vol. VIII, no. 2, pp. 45-52, 2019. [[CrossRef](#)]
- [14] I. Admirani, “Penerapan metode fuzzy time series untuk prediksi laba pada perusahaan,” *J. Jupiter.*, pp. 19–31, 2014.
- [15] M. Ridwan et al., “Peramalan produksi beras di Provinsi Jawa Tengah,” *J. Ilmiah Teknik Industri dan Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 114-126, 2021. [[CrossRef](#)]