

Peramalan Jumlah Pinjaman Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng

Asep Jamaludin

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H.S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang 41361
Email: asej.jamaludin@staff.unsika.ac.id

Abstrak. Memberikan layanan terbaik dalam hal ketersediaan dana pinjaman kepada anggota adalah salah satu kewajiban pengurus atau pengelola koperasi, sehingga peramalan jumlah pinjaman dibutuhkan untuk membantu dalam menentukan kebijakan berapa jumlah dana yang harus disediakan. *Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan salah satu *soft computing* yang telah digunakan dan dikembangkan oleh banyak peneliti. Salah satunya adalah *Fuzzy Time Series* yang dikembangkan oleh Cheng. Dengan menggunakan 36 data diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 16,41%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng memiliki kinerja yang baik.

Kata kunci: *cheng, fuzzy time series, peramalan, pinjaman*

1 Pendahuluan

Peramalan (*Forecasting*) adalah suatu usaha untuk memprediksi keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Meramal peminjaman berarti menentukan perkiraan jumlah pinjaman. Peramalan merupakan salah satu unsur yang sangat penting dari pengambilan keputusan [1].

Pada penelitian sebelumnya mengenai perbandingan metode FTS Cheng dan FTS “Stevenson dan Porter” [2], perbandingan metode FTS Cheng dan Chen [3], serta perbandingan FTS Cheng dan Metode Box-Jenkins [4], disimpulkan bahwa FTS Cheng menghasilkan tingkat kesalahan yang lebih kecil.

Berdasarkan uraian di atas maka metode FST Cheng akan digunakan untuk melakukan peramalan jumlah pinjaman, untuk membantu pengurus/pengelola koperasi saat mengambil kebijakan dalam menyediakan sejumlah dana untuk memenuhi kebutuhan anggota. Hal ini tentunya dapat meningkatkan layanan koperasi terhadap anggotanya.

2 Metodologi Penelitian

Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993), merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan

masalah di mana data aktual dibentuk dengan nilai-nilai linguistik. Dari sekian banyak metode FTS yang dikembangkan salah satunya adalah FTS Cheng [5].

Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, yaitu menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama [1].

Metode ini juga menerapkan peramalan adaptif dalam memodifikasi peramalan. Tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* yang menggunakan *fuzzy time series* Cheng adalah sebagai berikut [1]:

1. Mendefinisikan semesta pembicaraan (*universe of discourse*) data aktual, yaitu:

$$U = [d_{min}, d_{max}] \quad (1)$$

dimana d_{min} adalah data terkecil; d_{max} data terbesar.

2. Penentuan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{Rangs data } (R)}{\text{Banyaknya interval } (K)} \quad (2)$$

dimana $R = d_{min} - d_{max}$ dan $K = 1 + 3,322 \times \log n$

Bila ada jumlah data dalam suatu interval lebih besar dari pada nilai rata-rata dari banyaknya data pada tiap interval, maka pada interval tersebut dapat dibagi lagi menjadi interval yang lebih kecil dengan dibagi dua.

3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati.

Misal A_1, A_2, \dots, A_k adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik. Pendefinisian himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k .

$$\begin{aligned} A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + \dots + a_{1m}/u_m \\ A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + \dots + a_{2m}/u_m \\ &\vdots \\ A_k &= a_{k1}/u_1 + a_{k2}/u_2 + \dots + a_{km}/u_m \end{aligned} \quad (3)$$

dimana a_{ij} mempunyai range $[0,1]$, $1 \leq i \leq k$ dan $1 \leq j \leq m$. Nilai dari a_{ij} menandakan derajat keanggotaan dari u_j dalam himpunan fuzzy A_i .

4. Menetapkan relasi *fuzzy logic* berdasarkan data historis.
Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan *fuzzy* yang berurutan $A_i(t-1)$ dan $A_j(t)$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow A_j$.
5. Langkah selanjutnya adalah menggabungkan (*Group*) relasi relasi *fuzzy* tersebut, dengan cara yaitu jika $A_i \rightarrow A_j$ dan $A_{i1} \rightarrow A_{j1}$ sama, maka yang diambil adalah satu dan jika $A_i \rightarrow A_j$, $A_{i1} \rightarrow A_{j1}$ maka relasi fuzzy digabungkan menjadi $A_i \rightarrow A_j$, A_{i1} .
6. Menetapkan bobot pada kelompok relasi *fuzzy logic*.
Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama,
(t=1) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1
(t=2) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1
(t=3) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2
(t=4) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3
(t=5) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 4
dimana t menyatakan waktu.
7. Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matriks pembobotan yang telah dinormalisasi yang persamaannya ditulis berikut.

$$W_n(t) = [W_1, W_2, \dots, W_k], W_n(t) = \left[\frac{w_1}{\sum_{k=1}^i w_k}, \frac{w_2}{\sum_{k=1}^i w_k}, \dots, \frac{w_k}{\sum_{k=1}^i w_k} \right] \quad (4)$$

8. Menghitung hasil peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobotan ($W(t)$) yang telah $W_n(t)$ dinormalisasi menjadi tersebut kemudian dikalikan dengan matriks defuzzifikasi yaitu $L_{df} = [m_1, m_2, \dots, m_k]$ dimana m_k adalah nilai tengah dari tiap-tiap interval. Cara untuk menghitung peramalannya adalah:

$$F_t = L_{df(t-1)} W_n(t-1) \quad (5)$$

9. Memodifikasi peramalan dengan melakukan peramalan adaptif dengan rumus:

$$\text{Peramalan adaptif} = (\hat{t}) = X_{t-1} + h * (F_t - X_{t-1}) \quad (6)$$

dengan X_{t-1} adalah nilai data aktual pada waktu $t-1$, F_t adalah hasil peramalan, peramalan adaptif (\hat{t}) adalah hasil modifikasi peramalan pada waktu (\hat{t}) dan h adalah parameter pembobotan dengan nilai $[0.001, 1]$.

10. Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut [6]:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (7)$$

dimana X_t adalah data aktual pada periode ke- t ; F_t adalah nilai hasil peramalan pada periode ke- t ; n adalah banyaknya data.

Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20% [6]. Dengan demikian ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketepatan peramalan} = 100\% - MAPE \quad (8)$$

3 Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Pinjaman Koperasi pada periode Oktober 2014 sampai dengan September 2017 sehingga diperoleh 36 data (*dalam rupiah*). Setelah dilakukan peramalan dengan mengikuti tahapan yang sudah dijelaskan, maka diperoleh hasil-hasil sebagai berikut:

1. Himpunan Semesta
 Data terkecilnya adalah 327.686.718
 Data terbesarnya adalah 885.192.505
 Menggunakan persamaan (1) diperoleh $U = [327.686.718, 885.192.505]$
2. Panjang interval dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh $I = 92.917.631$.

Tabel 1. Jumlah data pada setiap interval

U_i	batas bawah	batas atas	Jumlah Data
U_1	327.686.718	420.604.349	3
U_2	420.604.349	513.521.980	6
U_3	513.521.980	606.439.612	11
U_4	606.439.612	699.357.243	9
U_5	699.357.243	792.274.874	3
U_6	792.274.874	885.192.505	4

Tabel 2. Jumlah data setelah proses pembagian

U_i	batas bawah	batas atas	Jumlah Data
U_1	327.686.718	420.604.349	3
U_2	420.604.349	513.521.980	6
U_3	513.521.980	559.980.796	2
U_4	559.980.796	583.210.204	4
U_5	583.210.204	606.439.612	5
U_6	606.439.612	652.898.427	3
U_7	652.898.427	699.357.243	6
U_8	699.357.243	792.274.874	3
U_9	792.274.874	885.192.505	4

3. Nilai Linguistik dan Himpunan Fuzzy

Berikut ini adalah himpunan fuzzy yang terdefinisi berdasarkan persamaan (3):

$$\begin{aligned}
 A_1 &= 1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_2 &= 0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_3 &= 0/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_4 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_5 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6 + 0/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_6 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7 + 0/u_8 + 0/u_9 \\
 A_7 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0,5/u_6 + 1/u_7 + 0,5/u_8 + 0/u_9 \\
 A_8 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0,5/u_7 + 1/u_8 + 0,5/u_9 \\
 A_9 &= 0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6 + 0/u_7 + 0,5/u_8 + 1/u_9
 \end{aligned}$$

Nilai linguistik dan himpunan *Fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai linguistik dan himpunan *fuzzy*

Fuzzifikasi	Nilai Linguistik
A_1	Sangat kecil sekali
A_2	Kecil sekali
A_3	Kecil
A_4	Cukup kecil
A_5	Sedang
A_6	Cukup besar
A_7	Besar
A_8	Besar sekali

A₉	Sangat besar sekali
----------------------	---------------------

4. Fuzzyfikasi dan FLR

Hasil fuzzifikasi berdasarkan banyaknya interval yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Fuzzyfikasi dan relasi logika *fuzzy*

Bulan	Jumlah Pinjaman	Fuzzyfikasi	Relasi
Oct-14	327.686.718	A ₁	→
Nov -14	606.183.635	A ₄	A ₁ →A ₄
Dec-14	586.923.620	A ₄	A ₄ →A ₄
Jan-15	573.855.562	A ₃	A ₄ →A ₃
Feb-15	592.456.685	A ₄	A ₃ →A ₄
Mar-15	545.161.347	A ₂	A ₄ →A ₂
Apr-15	328.436.787	A ₁	A ₂ →A ₁
May-15	425.928.228	A ₁	A ₁ →A ₁
Jun-15	678.722.230	A ₆	A ₁ →A ₆
Jul-15	640.492.811	A ₅	A ₆ →A ₅
Aug-15	665.207.059	A ₆	A ₅ →A ₆
Sep-15	628.163.649	A ₅	A ₆ →A ₅
Oct-15	361.089.046	A ₁	A ₅ →A ₁
Nov-15	688.024.378	A ₆	A ₁ →A ₆
Dec-15	695.240.481	A ₆	A ₆ →A ₆
Jan-16	885.192.505	A ₉	A ₆ →A ₉
Feb-16	832.262.377	A ₈	A ₉ →A ₈
Mar-16	582.872.391	A ₃	A ₈ →A ₃
Apr-16	502.264.557	A ₁	A ₃ →A ₁
May-16	646.282.413	A ₅	A ₁ →A ₅
Jun-16	568.888.494	A ₃	A ₅ →A ₃
Jul-16	457.737.030	A ₁	A ₃ →A ₁
Aug-16	496.887.869	A ₁	A ₁ →A ₁
Sep-16	471.344.206	A ₁	A ₁ →A ₁
Oct-16	550.196.362	A ₂	A ₁ →A ₂
Nov-16	778.974.624	A ₇	A ₂ →A ₇
Dec-16	660.136.681	A ₆	A ₇ →A ₆
Jan-17	767.343.317	A ₇	A ₆ →A ₇
Feb-17	829.829.137	A ₈	A ₇ →A ₈

Mar-17	588.835.604	A ₄	A ₈ →A ₄
Apr-17	598.445.794	A ₄	A ₄ →A ₄
May-17	787.744.305	A ₇	A ₄ →A ₇
Jun-17	576.992.810	A ₃	A ₇ →A ₃
Jul-17	689.131.789	A ₆	A ₃ →A ₆
Aug-17	806.892.220	A ₈	A ₆ →A ₈
Sep-17	493.650.730	A ₁	A ₈ →A ₁

5. Bobot FLRG

Berdasarkan Tabel 4 dapat dikelompokkan relasi logika fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot pada kelompok relasi logika fuzzy

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁	3	1	0	1	1	2	0	0	0
A ₂	1	0	0	0	0	0	1	0	0
A ₃	2	0	0	1	0	1	0	0	0
A ₄	0	1	1	2	0	0	1	0	0
A ₅	1	0	1	0	0	1	0	0	0
A ₆	0	0	0	0	2	1	1	1	1
A ₇	0	0	1	0	0	1	0	1	0
A ₈	1	0	1	1	0	0	0	0	0
A ₉	0	0	0	0	0	0	0	1	0

6. Hasil matriks pembobotan ternormalisasi

Hasil matriks pembobotan ternormalisasi berdasarkan persamaan (4) diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot ternormalisasi

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁	0.375	0.125	0.000	0.125	0.125	0.250	0.000	0.000	0.000
A ₂	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000
A ₃	0.500	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000
A ₄	0.000	0.200	0.200	0.400	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000
A ₅	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000
A ₆	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.167	0.167	0.167	0.167
A ₇	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.333	0.000	0.333	0.000

A₈	0.333	0.000	0.333	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A₉	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000

7. Hasil peramalan

Dengan menggunakan persamaan (6) dengan nilai $h=0,7$ diperoleh hasil peramalan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai peramalan

Bulan	Data Pengujian	Nilai Peramalan	Nilai Error
Oct-14	327.686.718		
Nov -14	606.183.635	449.641.109	0,3481
Dec-14	586.923.620	577.093.765	0,0170
Jan-15	573.855.562	571.315.760	0,0044
Feb-15	592.456.685	513.328.896	0,1541
Mar-15	545.161.347	572.975.680	0,0485
Apr-15	328.436.787	531.144.083	0,3816
May-15	425.928.228	449.866.130	0,0532
Jun-15	678.722.230	479.113.562	0,4166
Jul-15	640.492.811	679.616.251	0,0576
Aug-15	665.207.059	551.613.230	0,2059
Sep-15	628.163.649	675.561.700	0,0702
Oct-15	361.089.046	547.914.481	0,3410
Nov-15	688.024.378	459.661.807	0,4968
Dec-15	695.240.481	682.406.895	0,0188
Jan-16	885.192.505	684.571.726	0,2931
Feb-16	832.262.377	787.628.992	0,0567
Mar-16	582.872.391	595.593.611	0,0214
Apr-16	502.264.557	516.033.945	0,0267
May-16	646.282.413	502.014.461	0,2874
Jun-16	568.888.494	553.350.110	0,0281
Jul-16	457.737.030	511.838.776	0,1057
Aug-16	496.887.869	488.656.203	0,0168
Sep-16	471.344.206	500.401.454	0,0581
Oct-16	550.196.362	492.738.355	0,1166
Nov-16	778.974.624	532.654.588	0,4624
Dec-16	660.136.681	679.880.896	0,0290
Jan-17	767.343.317	674.040.586	0,1384

Feb-17	829.829.137	676.391.504	0,2268
Mar-17	588.835.604	594.863.639	0,0101
Apr-17	598.445.794	571.889.355	0,0464
May-17	787.744.305	574.772.412	0,3705
Jun-17	576.992.810	682.511.800	0,1546
Jul-17	689.131.789	514.270.071	0,3400
Aug-17	806.892.220	682.739.119	0,1818
Sep-17	493.650.730	587.982.564	0,1604
Oct-17		499.430.313	

8. Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Dengan menggunakan persamaan (7) dan persamaan (8) diperoleh MAPE = 16.41% dan ketepatan peramalan 83,59%

4 Kesimpulan

Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Cheng dengan $h=0.7$ pada data jumlah pinjaman untuk bulan Oktober 2017 adalah 499.430.313 dan nilai MAPE dibawah 20% yaitu sebesar 16.41%. Yang menyatakan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng mempunyai kinerja bagus.

5 Referensi

- [1] Sumartini. Meni Nor Hayati. Sri Wahyuningsih. Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng. Jurnal EKSPONENSIAL. 8(1). pp. 51-56. 2017.
- [2] Mey Lista Tauryawati. M. Isa Irawan. Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. Jurnal Sains dan Seni POMITS. 3(2). pp. 34-39. 2014
- [3] Margiansyah Fitra. Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng dan *Fuzzy Time Series* Stevenson & Porter. Skripsi. FMIPA. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. 2015.
- [4] Kusumadewi. S.. Purnomo. H.. Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu. 2010.
- [5] Khanty Intan Lestari. Tine Soemartini. Resa Septiani Pontoh. Penggunaan Metode *Fuzzy Time Series* untuk meramalkan Hasil Produksi Padi Kab. Majalengka. Seminar Statistika FMIPA UNPAD. pp. 130-140. 2017.
- [6] Cheng. C.H.. Chen. H.C.. dan Teoh. H.J.. *Fuzzy Time Seriesbased on adaptiveexpectation model for TAIEX forecasting. Intenational Journal of Expert System with Application.* 34. pp. 1126-1132. 2008.