

Penerapan Logika Samar dalam Peramalan Data Runtun Waktu

Seng Hansun

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang, Indonesia
hansun@umn.ac.id

Diterima 16 November 2011

Disetujui 27 November 2011

Abstract—Recently, there are so many soft computing methods been used in time series analysis. One of these methods is fuzzy logic system. In this paper, we will try to implement fuzzy logic system to predict a non-stationary time series data. The data we use here is Mackey-Glass chaotic time series. We also use MATLAB software to predict the time series data, which have been divided into four groups of input-output pairs. These groups then will be used as the input variables of the fuzzy logic system. There are two scenarios been used in this paper, first is by using seven fuzzy sets, and second is by using fifteen fuzzy sets. The result shows that the fuzzy system with fifteen fuzzy sets give a better forecasting result than the fuzzy system with seven fuzzy sets.

Index Terms—forecasting, fuzzy logic, Mackey-Glass chaotic, MATLAB, time series analysis

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, banyak metode *soft computing* yang digunakan dalam analisis data runtun waktu, seperti jaringan saraf tiruan (*neural network*), algoritma genetika (*genetic algorithm*), dan sistem *fuzzy*. Terutama pendekatan yang menggunakan sistem *fuzzy* dan *hybrid fuzzy* banyak dikembangkan oleh para peneliti, seperti Chen dan Hsu [1], Jilani dkk. [2], Stevenson dan Porter [3], Popoola dkk. [4, 5], serta Hansun dan Subanar [6, 7].

Pada penelitian ini, penulis mencoba menerapkan sistem *fuzzy* untuk memprediksi kejadian runtun waktu dengan memanfaatkan tabel *look-up scheme*. Data runtun waktu yang digunakan adalah *Mackey-Glass chaotic time series*, yang umum digunakan dalam analisis data runtun waktu. Perangkat lunak MATLAB akan digunakan untuk membangun sistem *fuzzy* dengan dua skema, yakni

1. menggunakan empat variabel *input* dan tujuh himpunan *fuzzy*
2. menggunakan empat variabel *input* dan lima belas himpunan *fuzzy*

II. DESAIN SISTEM FUZZY

Desain sistem *fuzzy* yang dibangun dengan tabel *look-up scheme* akan digunakan untuk memprediksi *Mackey-Glass chaotic time series*. Persamaan diferensial tunda (*delay*) yang digunakan adalah:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{0.2x(t-\tau)}{1+x^{10}(t-\tau)} - 0.1x(t)$$

Dipilih $\tau = 30$.

Misal, $x(k)$ ($k = 1, 2, 3, \dots$) adalah *time series* yang dibangkitkan oleh persamaan diferensial di atas dengan interval waktu 1 detik. Permasalahan prediksi *time series* dapat dirumuskan sebagai berikut:

Diberikan $x(k-n+1), x(k-n+2), \dots, x(k)$, tentukan $x(k+1)$, di mana n adalah bilangan bulat positif.

Tugasnya adalah untuk menentukan suatu pemetaan dari $[x(k-n+1), x(k-n+2), \dots, x(k)] \in \mathbb{R}^n$ ke $[x(k+1)] \in \mathbb{R}$.

Pemetaan ini adalah sistem *fuzzy* yang dibangun berdasarkan pasangan *input-output*. Dengan mengasumsikan bahwa $x(1), x(2), \dots, x(k)$ diberikan dengan $k > n$, dapat dibentuk $k-n$ pasangan *input-output* sebagai berikut:

$$[x(k-n), \dots, x(k-1); x(k)]$$

$$[x(k-n-1), \dots, x(k-2); x(k-1)]$$

...

$$[x(1), \dots, x(n); x(n+1)]$$

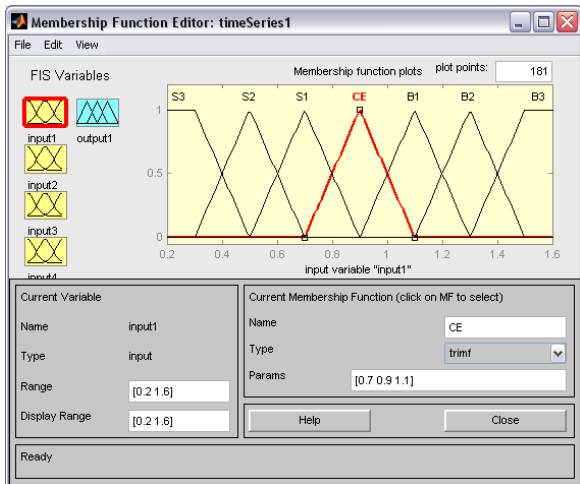
Pasangan *input-output* ini digunakan untuk membangun sistem *fuzzy* $f(x)$ dengan menggunakan tabel *look-up scheme*, dan kemudian digunakan untuk memprediksi $x(k+l)$ untuk $l = 1, 2, \dots$, dimana *input* $f(x)$ adalah $[x(k-n+l), \dots, x(k-1+l)]$.

III. SKEMA PERTAMA

Berikut dijelaskan langkah-langkah penyelesaian masalah untuk skema pertama dengan memanfaatkan perangkat lunak MATLAB.

Langkah 1

Bangun sistem *fuzzy* dengan variabel *input* $n = 4$ dan 7 himpunan *fuzzy*, seperti gambar di bawah.



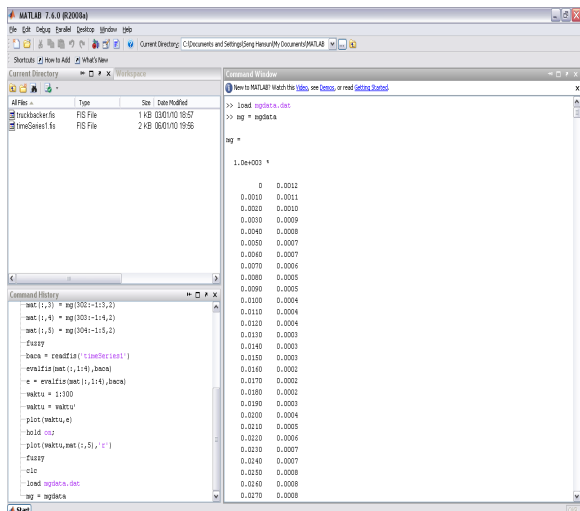
Gambar 1. Fungsi keanggotaan untuk data *time series*

Seluruh *input* (dan juga *output*) memiliki fungsi keanggotaan yang sama seperti gambar di atas dalam selang [0.2, 1.6].

Langkah 2

Definisikan aturan-aturan (*rules*) yang berlaku dalam sistem tersebut.

Sebelum mendefinisikan *rules*, data *time series* Mackey-Glass perlu diperoleh terlebih dahulu. Untuk membangkitkan data tersebut, dapat digunakan perintah seperti gambar di bawah.



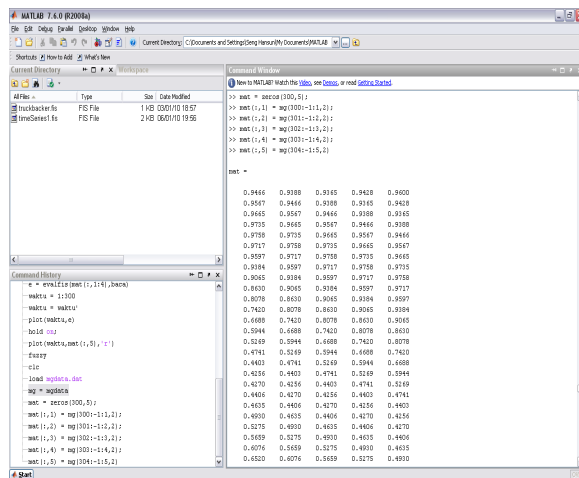
Gambar 2. Perintah untuk membangkitkan data *time series* Mackey-Glass

Terdapat sekitar 1200 data *time series* yang dibangkitkan, namun dalam percobaan ini hanya akan digunakan 300 data pertama untuk memprediksi data berikutnya.

Setelah membangkitkan data *time series* Mackey-Glass, data-data tersebut dikelompokkan sebagai variabel *input* dan *output*.

Bentuk suatu matriks dengan 300 baris (jumlah data) dan 5 kolom (4 kolom *input* dan 1 kolom *output*).

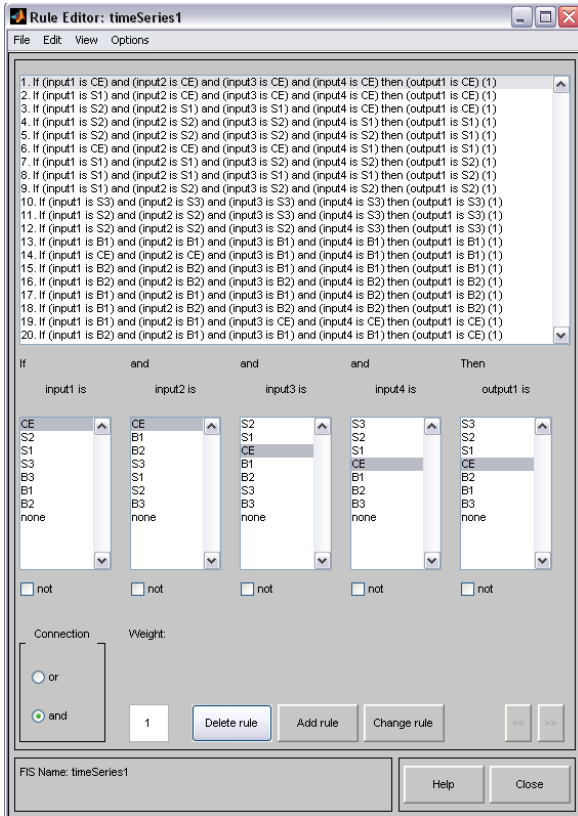
Perhatikan Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Matriks pasangan *input-output*

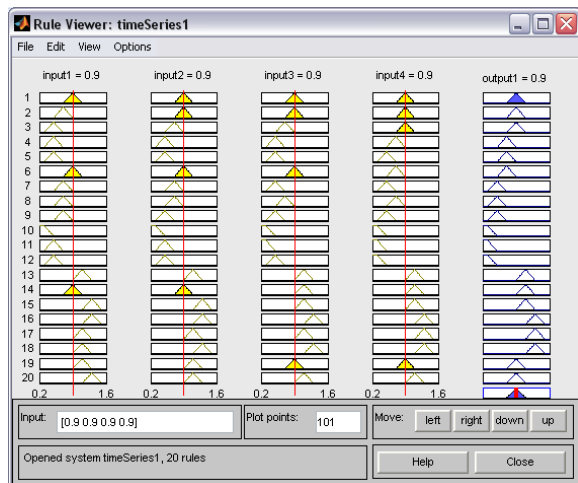
Gunakan matriks yang telah dibangun untuk mendefinisikan aturan-aturan *fuzzy*.

Caranya adalah dengan membandingkan data-data pasangan *input-output* di atas dengan fungsi keanggotaan yang telah dibangun. Selanjutnya, gunakan hasil perbandingan tersebut sebagai aturan-aturan (*rules*) *fuzzy*. Dalam contoh di bawah digunakan 20 aturan *fuzzy* yang akan digunakan dalam sistem.



Gambar 4. Aturan-aturan (*rules*) yang didefinisikan

Hasil sistem *fuzzy* yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah.

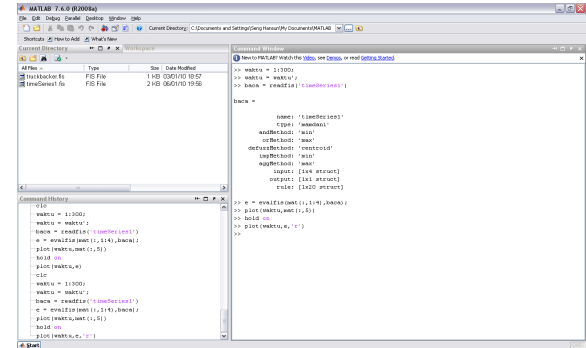


Gambar 5. Sistem *fuzzy* untuk data *time series* dengan $n = 4$ dan 7 himpunan *fuzzy*

Langkah 3

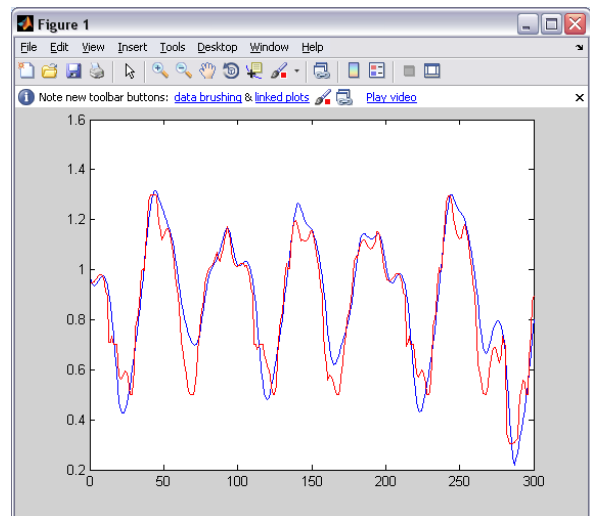
Bandingkan sistem yang telah dibangun dengan 300 data awal data *time series* Mackey-Glass.

Gunakan perintah seperti gambar di bawah untuk membangun dan membandingkan data *time series* yang berasal dari data Mackey-Glass dan data hasil prediksi.



Gambar 6. Perintah untuk membandingkan data asli dengan data hasil prediksi

Perbandingan data *time series* Mackey-Glass dengan data hasil prediksi untuk kasus $n = 4$ dan 7 himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada grafik di bawah.



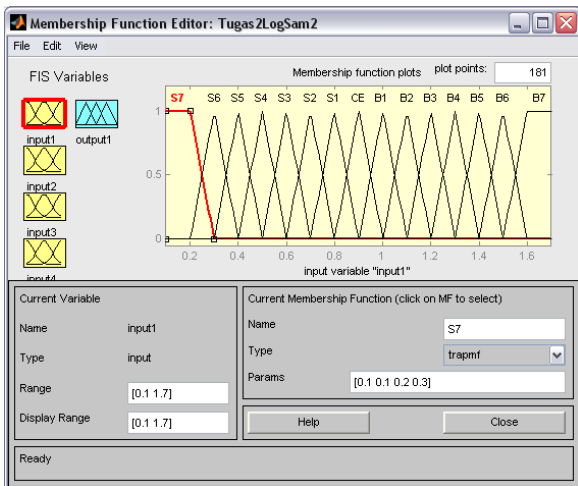
Gambar 7. Grafik perbandingan data *time series* dengan data hasil prediksi

Catatan:

- Garis biru menunjukkan data *time series* Mackey-Glass.
- Garis merah menunjukkan data hasil prediksi.

IV. SKEMA KEDUA

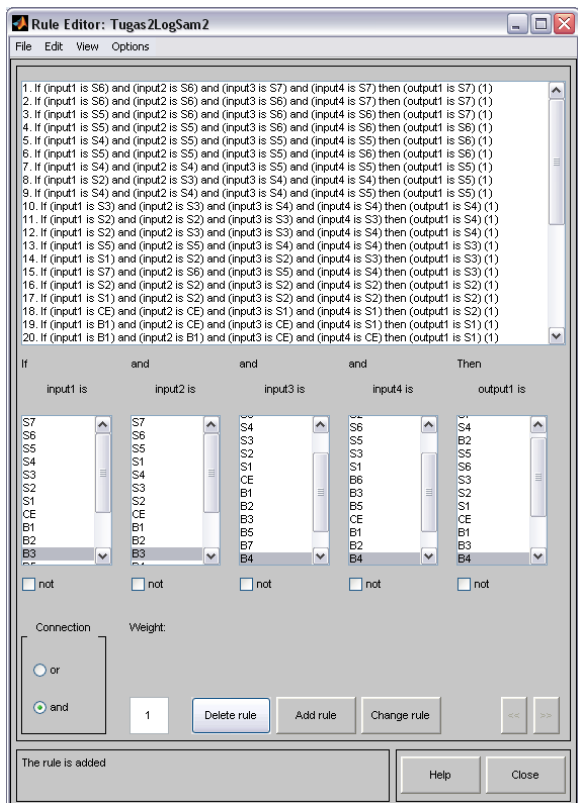
Dengan langkah-langkah yang sama seperti pada skema pertama, dibangun sistem *fuzzy* dengan variabel *input* $n=4$ dan 15 himpunan *fuzzy*.



Gambar 8. Fungsi keanggotaan untuk data *time series*

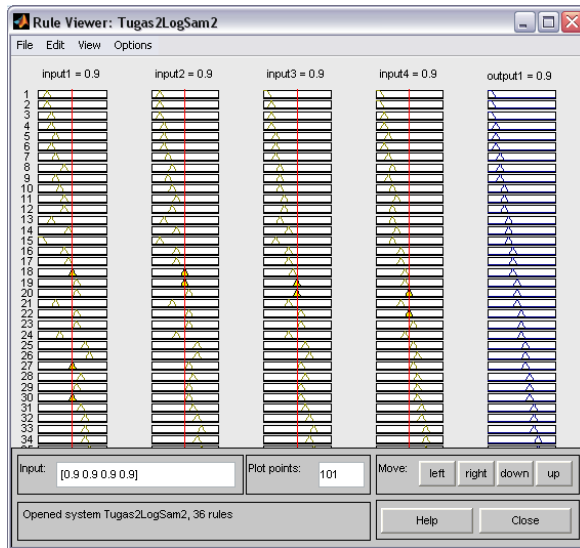
Selanjutnya, akan didefinisikan aturan-aturan (*rules*) *fuzzy* yang berlaku dalam sistem tersebut. Untuk itu, diperlukan data-data *time series* Mackey-Glass sebagai data pasangan *input-output* sistem (perintah yang digunakan untuk membangkitkan data *time series* Mackey-Glass sama seperti yang telah dijelaskan di subbab sebelumnya). Selanjutnya dengan menggunakan data-data pasangan *input-output* tersebut, didefinisikan aturan-aturan (*rules*) *fuzzy* yang digunakan seperti pada gambar di bawah.

Dalam kasus ini digunakan 36 aturan-aturan (*rules*) *fuzzy* yang berlaku dalam sistem.



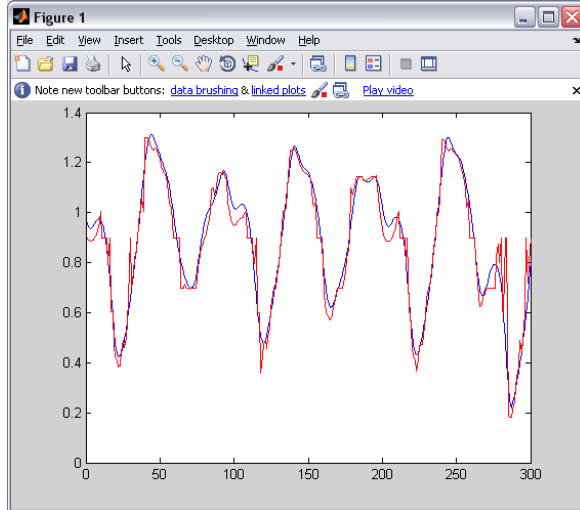
Gambar 9. Aturan-aturan (*rules*) yang didefinisikan

Hasil sistem *fuzzy* yang terbentuk adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Sistem *fuzzy* untuk data *time series* dengan $n = 4$ dan 15 himpunan *fuzzy*

Selanjutnya, dengan membangkitkan 300 data *time series* Mackey-Glass dan membandingkannya dengan data hasil prediksi diperoleh grafik seperti berikut.



Gambar 11. Grafik perbandingan data *time series* dengan data hasil prediksi

Catatan:

- Garis biru menunjukkan data *time series* Mackey-Glass.
- Garis merah menunjukkan data hasil prediksi.

V. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa logika samar dapat diterapkan dalam analisis data runtun waktu. Dalam hal ini, penerapan sistem *fuzzy* digunakan untuk memprediksi kejadian mendatang dari serangkaian data runtun waktu yang ada.

Selain itu, dari grafik skema percobaan yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa jumlah himpunan *fuzzy* yang didefinisikan dalam suatu sistem *fuzzy* (dalam hal ini, untuk kasus data runtun waktu) sangat mempengaruhi hasil prediksi yang diperoleh. Secara umum, semakin banyak jumlah himpunan *fuzzy* yang didefinisikan, maka hasil prediksi yang diperoleh semakin baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil grafik skema kedua yang lebih baik (mendekati data sebenarnya) dibandingkan dengan data hasil prediksi pada grafik skema pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen, S.-M. dan Hsu, C.-C., 2004, A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series, *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2, 3, 234-244.
- [2] Jilani, T.A., Burney S.M.A., dan Ardil C., 2007, Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning, *World Academy of Science, Engineering, and Technology*, 34, 1-6.
- [3] Stevenson, M. dan Porter, J.E., 2009, Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 27, 55, 154-157, <http://www.waset.org/journals/waset/v55/>.
- [4] Popoola, A., Ahmad, S., dan Ahmad, K., 2004, A Fuzzy-Wavelet Method for Analyzing Non-Stationary Time Series, *Proc. Of the 5th International Conference on Recent Advances in Soft Computing RASC2004*, Nottingham, United Kingdom, 231-236.
- [5] Popoola, A.O., 2007, Fuzzy-Wavelet Method for Time Series Analysis, *Disertasi, Department of Computing, School of Electronics and Physical Sciences, University of Surrey, Surrey*.
- [6] Hansun, S. dan Subanar, 2011, Penerapan Pendekatan Baru Metode Fuzzy-Wavelet dalam Analisis Data Runtun Waktu, *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer (SEMINASIK_GAMA, Yogyakarta, Indonesia*, 39-43.
- [7] Hansun, S., 2011, Penerapan Pendekatan Baru Metode Fuzzy-Wavelet dalam Analisis Data Runtun Waktu, *Tesis, Program Studi S2 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.