

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/290303431>

PENYUSUNAN BASIS KAIDAH FUZZY BERDASARKAN PASANGAN INPUT-OUTPUT PADA SISTEM FUZZY

Article · July 2014

CITATION

1

READS

2,468

2 authors:



Laila Isyriyah

STIKI (Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia), Malang, Indonesia

11 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

SEE PROFILE



Diah Arifah P.

STIKI (Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia) Malang, Indonesia

13 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

SEE PROFILE

PENYUSUNAN BASIS KAIDAH FUZZY BERDASARKAN PASANGAN INPUT-OUTPUT PADA SISTEM FUZZY

Laila Isyriyah¹⁾, Diah Arifah P.²⁾
STIKI Malang^{1),2)}

Abstract

The implementation of fuzzy inference system on the real problems have been carried out by researchers from different scientific disciplines. Preparation of base rules plays a very important role when there is no rule of experts or the curse of dimensionality. The results of this research can be used as a reference to build the fuzzy rule base in the fuzzy inference system and a financial time series forecasting model by a heuristic method. The data used for the implementation is Kaotis McGlass time series data. From the kaotis data sets, a total of 600 items are divided into two groups, the first 300 items are used as a data base to develop rules while the other 300 items as predicted data. From the first group of data, input-output pairs are formed and are used as a constituent of fuzzy rule base. Steps being taken are: 1). Defining fuzzy sets that cover the entire input-output space, 2). Generating the rules of every single pair of input-output, 3). Provides a degree for each rule generated, 4). Constructing a fuzzy rule base, 5). Building a fuzzy system. There are 2 cases discussed: 4 inputs with 7 fuzzy sets, and 4 inputs with 15 fuzzy sets based on the value of Mean Square Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). In the first case 37 rules are formed, while in the second case as much as 101 rules are formed. The results of prediction using fuzzy system with 101 rules are more accurate than the results with only 37 rules are used.

Keywords: *Fuzzy Systems, Fuzzy Rule Base, Predictions*

1. PENDAHULUAN

Salah satu aplikasi logika fuzzy yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi fuzzy atau sering juga disebut sistem fuzzy, yaitu suatu sistem komputasi yang bekerja atas dasar penalaran fuzzy. Misalnya sistem kendali otomatis, sistem klasifikasi data, sistem pengenalan pola, sistem pemrosesan sinyal dan sebagainya^[1]. Pada sistem fuzzy terdapat empat bagian yang saling terintegrasi yaitu fuzzifikasi, basis kaidah fuzzy, mesin inferensi dan defuzzifikasi. Proses fuzzifikasi adalah merubah suatu bilangan tegas (crisp) menjadi bilangan fuzzy. Basis kaidah fuzzy merupakan aturan-aturan (rules) yang digunakan sebagai dasar dalam membuat keputusan. Mesin inferensi adalah metode yang digunakan untuk inferensi dalam system fuzzy misalnya metode Mamdani, Takagi-Sugeno, dan lainnya.

Defuzzifikasi adalah proses merubah bilangan fuzzy menjadi bilangan tegas^[2].

Implementasi sistem fuzzy pada masalah riil telah banyak dilakukan oleh peneliti dari berbagai disiplin keilmuan. Pemodelan regenerasi karbon bed aktif dengan menggunakan sistem inferensi fuzzy^[2]. Menerapkan FIS untuk simulasi traffic light dengan metode inferensi Tsukamoto^[3]. Membandingkan kinerja dari metode FIS dan Jaringan syaraf tiruan untuk deteksi portscan^[2]. Membandingkan metode inferensi Sugeno dan metode inferensi Mamdani pada FIS untuk kalkulasi frekuensi resonansi pada antenna Microstrip persegi^[4].

Dari penelitian-penelitian di atas tidak ada yang mengupas secara detail tentang bagaimana

cara menyusun basis kaidah fuzzy yang merupakan core dari sistem inferensi fuzzy. Pada umumnya basis kaidah fuzzy dapat diperoleh berdasarkan kaidah-kaidah yang dikemukakan oleh para pakar atau berdasarkan kombinasi dari fuzzy set pada setiap pasangan input dan output. Permasalahan akan timbul bila tidak dijumpai pakar dalam domain bidang yang akan dibuat sistem inferensi fuzzy dan jumlah input serta fuzzy set yang cukup besar. Misalkan bila terdapat 4 input dan 1 output yang masing-masing tersusun dari 7 fuzzy set, maka akan terbentuk kaidah sebanyak $7*7*7*7*7=7^5$. Hal inilah yang disebut *curse of demensionality*, jumlah kaidah fuzzy akan meningkat secara eksponensial jika disusun berdasarkan pada kombinasi fuzzy set dari pasangan input dan output. Berdasarkan hal di atas diperlukan suatu metode untuk menyusun basis kaidah fuzzy yang dapat menghindari terjadinya *curse of demensionality*.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1 Peramalan Data Time Series

Peramalan data *time series* memprediksi apa yang akan terjadi berdasarkan data historis masa lalu. *Time series* adalah kumpulan dari pengamatan yang teratur pada sebuah variabel selama periode waktu yang sama dan suksesif. Dengan mempelajari bagaimana sebuah variabel berubah setiap waktu, sebuah relasi diantara kebutuhan dan waktu dapat diformulasikan dan digunakan untuk memprediksi tingkat kebutuhan yang akan datang^[5].

Teknik peramalan tidak selamanya selalu tepat karena teknik peramalan yang digunakan belum tentu sesuai dengan sifat datanya atau disebabkan oleh kondisi di luar bisnis yang mengharuskan bisnis perlu menyesuaikan diri. Oleh karena itu, perlu diadakan pengawasan peramalan sehingga dapat diketahui sesuai atau tidaknya teknik peramalan yang digunakan. Sehingga dapat dipilih dan ditentukan teknik peramalan yang lebih sesuai dengan cara menentukan batas toleransi peramalan atas penyimpangan yang terjadi^[5].

Pada prinsipnya, pengawasan peramalan dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Penggunaan teknik peramalan yang

menghasilkan penyimpangan terkecil adalah peramalan yang paling sesuai untuk digunakan^[5].

Menggunakan metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MSE (*Mean Square Error*) untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada data hasil peramalan terhadap data riil^[6].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right|$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - F_i)^2}{n}$$

di mana A_i adalah nilai aktual pada data ke- i dan F_i adalah nilai hasil peramalan untuk data ke- i . Adapun n adalah banyaknya data *time series*.

2.2. Sistem Fuzzy

Pada dasarnya suatu sistem inferensi fuzzy terdiri dari 4 unit yaitu^[4]:

1. Fuzzifikasi yaitu suatu proses mentransformasi data dari himpunan crisp ke himpunan fuzzy.
2. Inferensi Fuzzy yaitu cara penarikan kesimpulan terhadap suatu input tertentu berdasarkan basis kaidah fuzzy yang telah disusun.
3. Basis kaidah fuzzy yaitu basis kaidah yang berupa aturan IF-THEN yang mana bagian antiseden merupakan fuzzy input sedangkan bagian konsekuen merupakan fuzzy output.
4. Defuzzifikasi yaitu transformasi bilangan fuzzy hasil dari suatu penarikan kesimpulan fuzzy menjadi bilangan tegas (crisp)

Dalam membangun sebuah sistem inferensi fuzzy dikenal beberapa metode penalaran, antara lain: metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada kaidah yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap-tiap kaidah diberikan sebagai bilangan tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*) tertentu. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot^[7].

2.3. Menyusun Basis Kaidah Fuzzy dengan skema tabel LookUp

Misalkan diberikan pasangan pasangan input-output sebagai berikut:

$$(x_0^p; y_0^p), p = 1, 2, \dots, N, \quad \text{yang mana}$$

$$x_0^p \in U = [\alpha_1, \beta_1] \times \dots \times [\alpha_n, \beta_n] \subset R^n \quad \text{dan}$$

$$y_0^p \in V = [\alpha_y, \beta_y] \subset R$$

Permasalahannya adalah bagaimana merancang sebuah sistem inferensi fuzzy $f(x)$ berdasarkan pada N pasangan input-output. Berikut adalah 5 langkah dalam skema tabel look-up untuk mendesain sistem fuzzy^[8].

➤ Langkah 1.

Mendefinisikan himpunan fuzzy yang mencakup seluruh ruang input dan output, khususnya untuk setiap $[\alpha_i, \beta_i], i = 1, 2, \dots, N$ didefinisikan N_i himpunan fuzzy $A_i^j (j = 1, 2, \dots, N_i)$ yang harus lengkap dalam $[\alpha_i, \beta_i]$, yaitu untuk setiap $x_i \in [\alpha_i, \beta_i]$ terdapat A_i^j sedemikian hingga $\mu_{A_i^j}(x_i) \neq 0$

➤ Langkah 2.

Membangkitkan satu kaidah (rule) dari satu pasangan input-output dengan cara:

a. Untuk setiap pasangan input-output $(x_{01}^p, \dots, x_{0n}^p; y_0^p)$, tentukan nilai keanggotaan dari $x_{0i}^p (i = 1, 2, \dots, n)$ dalam himpunan fuzzy $A_i^j (j = 1, 2, \dots, N_i)$ dan juga tentukan nilai keanggotaan dari y_0^p dalam himpunan fuzzy $B^l (l = 1, 2, \dots, N_y)$.

b. Untuk setiap variabel input $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$, tentukan himpunan fuzzy yang mana x_{0i}^p mempunyai nilai keanggotaan terbesar, yaitu tentukan A_i^{j*} sedemikian hingga $\mu_{A_i^{j*}}(x_{0i}^p) \geq \mu_{A_i^j}(x_{0i}^p)$ untuk $j = 1, 2, \dots, N_i$. Dengan cara yang sama tentukan B^{l*} sedemikian hingga $\mu_{B^{l*}}(y_0^p) \geq \mu_{B^l}(y_0^p)$ untuk $l = 1, 2, \dots, N_y$.

c. Akhirnya dapatkan sebuah kaidah fuzzy IF-THEN sebagai berikut:

IF x_1 is A_1^{j} and...and x_n is A_n^{j*} , THEN y is B^{l*}*

➤ Langkah 3.

Memberikan suatu degree untuk setiap kaidah yang dibangkitkan pada langkah 2.

Karena banyak pasangan input-output biasanya besar dan setiap pasangan menghasilkan satu kaidah, maka akan sangat dimungkinkan sekali akan dijumpai kaidah-kaidah yang saling konflik, yaitu kaidah dengan bagian IF yang sama tetapi mempunyai bagian THEN yang berbeda. Untuk menyelesaikan masalah ini, akan diberikan degree pada setiap kaidah yang dibangkitkan pada langkah 2 dan hanya mempertahankan satu kaidah dari kelompok yang konflik yang memiliki degree maksimal. Hal ini tidak hanya menyelesaikan masalah konflik tetapi juga akan mengurangi secara bermakna banyaknya jumlah kaidah. Adapun degree dari suatu kaidah didefinisikan sebagai

$$\text{berikut: } D(\text{rule}) = \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^{j*}}(x_{0i}^p) \mu_{B^{l*}}(y_0^p)$$

➤ Langkah 4.

Menyusun basis kaidah fuzzy (*fuzzy rule base*) yang mana basis kaidah fuzzy terdiri dari 3 himpunan kaidah berikut:

- kaidah yang dibangkitkan pada langkah 2 yang tidak saling konflik satu sama yang lainnya.
- Kaidah dari kelompok konflik yang mempunyai degree maksimal.
- Kaidah linguistik dari pakar.

➤ Langkah 5.

Membangun sistem inferensi fuzzy berdasarkan pada kaidah berbasis fuzzy.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif, karena dengan penelitian kualitatif akan lebih menekankan pada proses pencarian dan pengungkapan makna dibalik fenomena yang muncul dalam penelitian, dengan tujuan agar masalah yang akan dikaji lebih bersifat komprehensif, mendalam dan alamiah.

Adapun metode penelitian yang digunakan menggunakan tahapan sebagai berikut :

1. Studi Sistem dengan cara meentukan data set penelitian yang akan dilakukan terhadap obyek penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data time series kaotis McGlass yang merupakan hasil dari solusi persamaan differential tertunda.
2. Studi Pustaka yaitu melakukan kajian teoritis tentang penelitian yang akan dilakukan.
3. Studi Pengembangan Sistem yaitu melakukan perancangan dan pembuatan aplikasi menggunakan Software Matlab dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. Membagi data ke dalam 2 data set yaitu data set pertama untuk menyusun basis kaidah dan data set kedua yang akan diprediksi.
 - b. Membentuk pasangan input-output dari data set pertama.
 - c. Melakukan proses fuzzifikasi terhadap setiap pasangan input dan output.
 - d. Membangun basis kaidah fuzzy dengan skema tabel look-up.
 - e. Membangun Sistem fuzzy.
 - f. Membandingkan Kinerja sistem fuzzy format 7 dan format 15.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

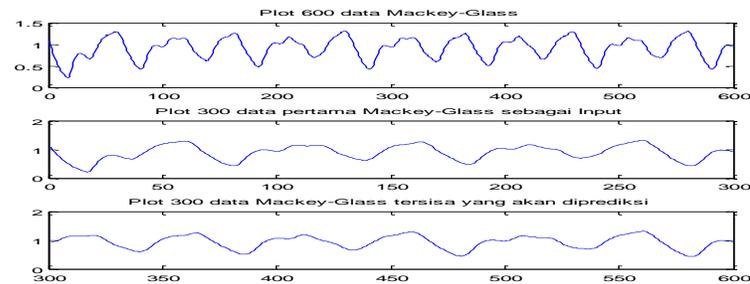
1. Penyiapan Pasangan Input-Output

Sintak command Matlab berikut digunakan untuk menyiapkan data yang akan digunakan yaitu data McGlass time series kaotis yang dapat dibangkitkan dari persamaan diferensial tertunda yang dalam sintaks Matlab dapat dituliskan sebagai:

$dx(t)/dt = 0.2 * x(t - \tau) / (1 + x(t - \tau)^{10}) - 0.1 * x(t)$,
 bila $x(0)=1.2$ dan $\tau=17$, maka penyelesaian persamaan differential ini menghasilkan sebanyak 1200 data yang disimpan dalam file: **mgdata.dat**.

Dari mgdata diambil secara berurutan sebanyak 600 data yang diberi nama Xdata yaitu data no.2

sampai data no.601, karena data no.1 adalah data X(0). Variabel Xi adalah 300 data sebagai penyusun basis dan variabel Xp adalah 300 data yang akan diprediksi. Adapaun hasil plot dari ketiga variabel di atas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Data untuk implementasi

Selanjutnya perhatian difokuskan pada 300 data pertama yang akan digunakan sebagai penyusun kaidah fuzzy dengan menggunakan skema tabel look-up. Karena sistem fuzzy yang akan dibangun mempunyai 4 variabel input dan 1 variabel output, maka data pada Xi dibagi menjadi :

X1	: variabel input pertama yaitu data ke 1 sampai dengan ke 296
X2	: variabel input kedua yaitu data ke 2 sampai dengan ke 297
X3	: variabel input ketiga yaitu data ke 3 sampai dengan ke 298
X4	: variabel input keempat yaitu data ke 4 sampai dengan ke 299
Y	: variabel input output yaitu data ke 5 sampai dengan ke 300

Hal di atas dilakukan dengan perintah Matlab sebagai berikut:

```
X1=Xi[1:296];
X1=Xi(1:296);
X2=Xi(2:297);
X3=Xi(3:298);
X4=Xi(4:299);
Y=Xi(5:300);
```

2. Fuzzy Sistem untuk 4 input dengan 7 Fuzzy Set

- **Langkah 1:** menentukan fungsi keanggotaan variabel input dan output X1: input1, mempunyai range: [0.1 1.7]

Keanggotaannya adalah:

- S3 : trapmf [0.1 0.1 0.3 0.5]
- S2 : trimf [0.3 0.5 0.7]
- S1 : trimf [0.5 0.7 0.9]
- CE : trimf [0.7 0.9 1.1]
- B1 : trimf [0.9 1.1 1.3]

B2 : trimf [1.1 1.3 1.5]
 B3 : trapmf [1.3 1.5 1.7 1.7]

Di mana CE adalah fuzzy set central, S1 adalah fuzzy set small yang paling dekat dengan central dan B1 adalah fuzzy set big yang terdekat central dan seterusnya. Fuzzy set S3 dan B3 mempunyai mempunyai fungsi keanggotaan trapesium sedangkan fuzzy set lainnya mempunyai fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi trapmf dengan 4 argument adalah fungsi untuk membentuk fungsi keanggotaan trapezium, sedangkan fungsi trimf dengan 3 argument digunakan untuk membentuk fungsi keanggotaan setiga. Demikian juga untuk input-input yang lain X2,X3,X4 dan output Y mempunyai range dan keanggotaan yang sama persis dengan X1

- **Langkah 2:** membuat satu kaidah dari satu pasangan input output
 - a) Menentukan nilai keanggotaan dari setiap pasangan input.

Untuk menghitung nilai keanggotaan digunakan perintah pada Matlab:

```
mfparams=[0.1 0.1 0.3 0.5];
u1s3=evalmf(X1,mfparams,'trapmf');
u2s3=evalmf(X2,mfparams,'trapmf');
u3s3=evalmf(X3,mfparams,'trapmf');
u4s3=evalmf(X4,mfparams,'trapmf');
uys3=evalmf(Y,mfparams,'trapmf');
mfparams=[0.3 0.5 0.7];
u1s2=evalmf(X1,mfparams,'trimf');
u2s2=evalmf(X2,mfparams,'trimf');
u3s2=evalmf(X3,mfparams,'trimf');
u4s2=evalmf(X4,mfparams,'trimf');
uys2=evalmf(Y,mfparams,'trimf');
```

Perintah di atas digunakan untuk menghitung nilai keanggotaan dari semua variabel input dan output terhadap fuzzy set S3 dan S2. Perintah yang serupa juga dilakukan terhadap fuzzy set yang lainnya. Dalam hal ini, variabel X1,X2,X3, dan X4 adalah suatu vektor yang berisikan data sebanyak 296 yaitu data dari variabel input. Sedangkan Y adalah vektor berisi 296 data variabel output. Misalkan u1S3 adalah keanggotaan X1 pada S3, uyS3 adalah keanggotaan Y pada S3 dan sebagainya sampai terakhir dihitung uyB3 yaitu keanggotaan Y pada B3. Jadi dengan demikian akan diperoleh keanggotaan variabel input X1,X2,X3,X4 dan output Y

pada fungsi keanggotaan S3,S2,S1,CE,B1,B2,B3.

- b) Kemudian selanjutnya dicari nilai keanggotaan dari variabel input dan output pada setiap fungsi keanggotaan yang nilai keanggotaannya maksimal. Hasil secara lengkap dari menjalankan perintah di atas dan nilai keanggotaan yang maksimal dapat dilihat pada tabel dibagian lampiran.
- c) Kemudian kolom yang paling kanan dari kelima tabel dihasilkan (keanggotaan X1, X2,X3, X4 dan Y pada fuzzy set S3,..., B3) digabung menjadi satu tabel dengan X1 pada kolom paling kiri dan Y pada kolom yang paling kanan. Pada akhirnya diperoleh sebanyak 296 kaidah.

- **Langkah 3 :** Menentukan degree setiap kaidah. Memberikan suatu degree untuk setiap kaidah yang dibangkitkan pada langkah 2 sehingga terbentuk kaidah dengan degreenya pada tabel 4..

- **Langkah 4 :** Menyusun basis kaidah. Dari setiap kaidah dihitung degreenya dengan mengalikan nilai keanggotaan dari fuzzy set penyusun-penyusunnya. Kaidah dan degreenya dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 di lampiran. Hasil akhir berupa basis kaidah yang tersusun dapat dilihat pada tabel 5.

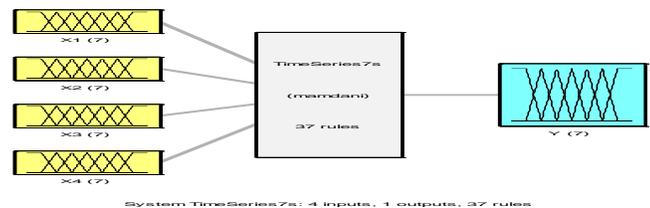
- **Langkah 5:** Membangun FIS. Setelah melakukan langkah-langkah dalam mengimplementasikan FIS dengan GUI Matlab dan hasil yang diperoleh disimpan dalam file: *TimeSeries7s.fis*.

4.2. Pembahasan

Adapun hasil implementasi FIS sebagai berikut :

1. Fuzzy Sistem untuk 4 input dengan 7 Fuzzy Set

a). Model FIS 7 fuzzy set



Gambar 2. Tampilan model FIS untuk 4 input, 1 output dan 7 fuzzy set.

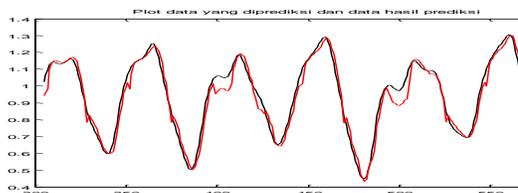
Pada Gambar 2 terpapar bahwa model FIS yang terdiri dari tiga komponen yaitu bagian input, bagian pemrosesan dan bagian output. Di bagian input terdapat 4 variabel input X_1, \dots, X_4 yang masing-masing terdiri dari 7 fuzzy set. Proses fuzzifikasi terjadi pada bagian ini yaitu input yang berupa bilangan crisp diubah ke dalam fuzzy set. Bagian pemrosesan terdapat 3 informasi yaitu nama FIS (timeseries7s), metode inferensi yang digunakan (metode mamdani) dan banyaknya basis kaidah (37 rule) yang digunakan dalam proses inferensi. Komponen ketiga adalah bagian output yang berupa satu output dengan 7 fuzzy set. Pada bagian ini dibutuhkan proses defuzzifikasi yaitu mengubah nilai fuzzy set ke dalam bilangan crisp.

b). Output dari FIS 7 fuzzy set

Untuk membandingkan antara nilai aktual dan output dari FIS digunakanlah data set kedua. Perintah berikut untuk menghasilkan grafik antara nilai aktual dan output FIS.

```
>> load Dp.m
>> Hp=evalfis(Dp,a);
>> tp=[305:600];
>> t=tp';
>> load Yp.m
>> plot(t,Yp,t,Hp)
```

Dari potongan command di atas Dp adalah data input yang berupa matrik 296×4 , dibentuk dari data ke 301 sampai ke 599. sedangkan Yp adalah vektor 296×1 , yang dibentuk dari data ke 305 sampai ke 600. Hasil prediksi dengan FIS disimpan dalam variabel HP. Didapatkan plot antara target dan output FIS dapat dilihat pada Gambar 3 :



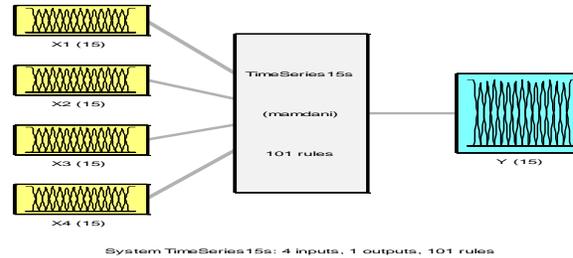
Gambar 3. Grafik output FIS dan data aktual

Pada Gambar 3 terpapar bahwa untuk data-data dengan pola naik, turun dan lembah bisa diprediksi dengan cukup akurat. Hal ini ditunjukkan oleh kedua grafik hampir berimpit. Namun demikian untuk data bagian puncak terjadi deviasi yang cukup besar antara data aktual dan output.

2. Fuzzy Sistem untuk 4 input dengan 15 Fuzzy Set

Setelah melakukan langkah-langkah seperti pada bagian 4.2. didapatkan hasil berikut:

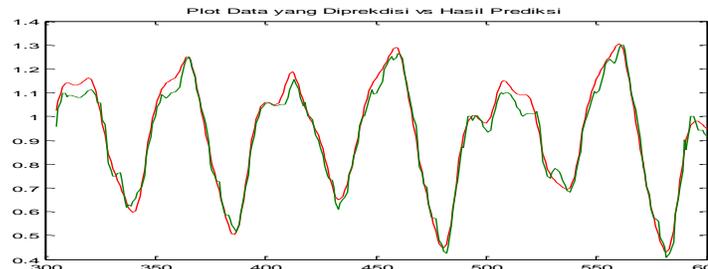
a). Model FIS 15 fuzzy set



Gambar 4. Tampilan model FIS untuk 4 input, 1 output dan 15 fuzzy set.

Model pada Gambar 4. Menunjukkan adanya 4 input yang masing-masing 15 fuzzy set dan satu output dengan 15 fuzzy set. Jumlah basis kaidah yang dihasilkan dengan metode tabel look-up sebanyak 101 kaidah dan sistem inferensi yang digunakan adalah mamdani.

b). Output dari FIS 15 fuzzy set



Gambar 5. Grafik output FIS dan data aktual 15 fuzzy set

Dari tampilan Gambar 5. menunjukkan bahwa kedua grafik lebih berimpit bila dibandingkan dengan tampilan pada Gambar 4. Hal ini memberikan indikasi bahwa pembagian data ke dalam fuzzy set yang lebih banyak akan menghasilkan output yang lebih baik. Namun demikian juga akan diikuti dengan bertambahnya kaidah yang lebih besar

5. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh pada pemaparan sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Skema tabel look-up dapat digunakan untuk menyusun basis kaidah fuzzy bila terdapat pasangan data time series input output dan dapat menghindari “*Curse Of dimensionality*”
2. Pada input dan output dengan 7 keanggotaan dihasilkan 37 kaidah, sedangkan pada input dan output 15 keanggotaan dihasilkan 101 kaidah.

Hasil prediksi dengan 15 keanggotaan lebih akurat bila dibandingkan 7 keanggotaan, namun pada proses penyusunan kaidahnya jauh lebih kompleks

Proses penyusunan basis kaidah fuzzy dengan skema tabel look-up akan lebih efisien dan menarik bila dilakukan secara otomatis dengan jalan mengembangkan perangkat lunak untuk tujuan tersebut.

6. REFERENSI

1. G. J. Klir, and T. A. Folger. *Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information*, Prentice-Hall, New Jersey, U.S.A. 1988.
2. Shafiq, M.Z, Farooq, M and Khayam, A.S. *A Comparative Study of Fuzzy Inference System, Neural Networks, and Adaptive Neuro Fuzzy System for Portscan Detection*. NUCES. Islamabad. Pakistan. 2005.
3. Rahmat Wahyu, W dan Afriyanti, L. *Aplikasi Fuzzy Infernce System (FIS) metode Tsukamoto pada Simulasi Traffic Light Menggunakan JAVA*. SNATI. UII. Yogyakarta. 2009.
4. Guney, K dan Sarikaya, K. *Comparison of Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference System Models for Resonant Frequency Calculation of Rectangular Microstrip Antenas*. Progress In Electromagnetics Reasearch B, Keyseri. Turkey. 2009. Vol 12, pp 81-104.
5. Jumingan, *Analisis Laporan Keuangan*, Bumi Aksara, 2009.
6. S. G. Makridakis, Steven C., Wheelwright, Victor E.,McGee. *Forecasting, Methodes & Application*. ISBN UOM, 1999.
7. Kusumadewi, S. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2003.
8. L. X. Wang, and J. M. Mendel. “Generating fuzzy rules by learning from examples”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 1992. Vol.22, pp.1414-1427.
9. Clements, M.P, Franses, P.H, and Swanson, N.R. *Forcasting Economic dan Financial Time-series with Non-linier Models*. International Journal of Forecasting. Elsevier. USA. 2004. Pp.169-183.
10. Q. Song, and B. S. Chissom. “Forecasting enrollments with fuzzy time series: Part II”, *Fuzzy Sets and Systems*, 1994. Vol. 62: pp. 1-8.
11. Q. Song. “A note on fuzzy time series model selection with sample autocorrelation functions”, *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 2003. Vol. 34, pp. 93-107.