Penggunaan Sistem Samar Pada Pemodelan Tingkat Inflasi Di Indonesia

Oleh :
Nunung Chusnul Chotimah
Mahasiswa Program Studi Matematika FMIPA UNY
Agus Maman Abadi
Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY
Muhammad Fauzan
Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

ABSTRAK

Selama ini telah banyak penelitian model tingkat inflasi di Indonesia dengan menggunakan berbagai metode dalam time series. Namun penggunaan sistem samar untuk model masih belum banyak diminati. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model tingkat inflasi di Indonesia dengan sistem samar.

Pemodelan menggunakan sistem samar diperoleh dengan menggunakan kombinasi dari beberapa komponen sistem samar. Dalam tahap fuzzifikasi digunakan fuzzifier singleton, aturan dasar samar JIKA-MAKA (Mamdani), mesin inferensi pergandaan, mesin inferensi minimum, serta tahap defuzzifikasi menggunakan defuzzifier rata-rata pusat. Model tersebut kemudian dibandingkan dan diperoleh model terbaik (berdasarkan keakuratan prediksi dari nilai galat pada data diluar sampel). Model yang terbaik menggunakan sistem samar kemudian dibandingkan dengan regresi.

Berdasarkan validasi menggunakan rata-rata error untuk setiap nilai galatnya, maka diperoleh kesimpulan bahwa model dengan menggunakan sistem samar ($e = 0.163995$) merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model menggunakan regresi ($e = 1.17514$)

Kata kumci : sistem samar, tingkat inflasi

I. Latar Belakang Masalah

Dalam Undang - Undang No. 3 Tahun 2004 Bank Indonesia memiliki tujuan untuk mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah (Pasal 7). Kestabilan nilai rupiah tercermin dari tingkat inflasi dan nilai tukar yang stabil. Tingkat inflasi tercermin dari naiknya harga barang-barang secara umum.

Pemodelan tingkat inflasi selama ini telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dalam time series. Penelitian denganmenggunakan analisis regresi model Cobb Douglas dengan metode *enter* diperoleh model tingkat

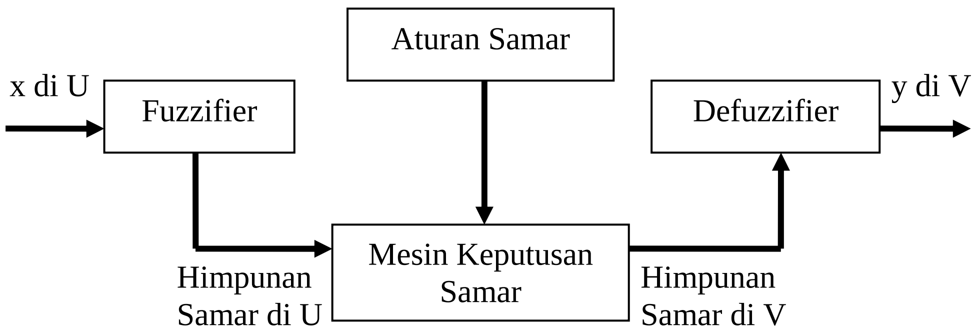
Dipresentasikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2006 dengan tema “ **Trend Penelitian dan Pembelajaran Matematika di Era ICT “** yang diselenggarakan pada tanggal 24 Nopember 2006

inflasi di Indonesia yang memiliki hubungan faktornya secara bersama-sama berpengaruh signifikan. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi inflasi di Indonesia adalah jumlah uang yang beredar, nilai tukar rupiah, tingkat suku bunga, dan pendapatan nasional. Sedangkan penelitian yang menggunakan sistem samar (fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat) dengan pengambilan $\sigma^2 = 10^3$ dengan 2 faktor utama yaitu nilai tukar rupiah dan pendapatan nasional diperoleh hasil bahwa sistem samar dapat digunakan untuk membuat model inflasi [3].

Selanjutnya dalam tulisan ini akan dimodelkan tingkat inflasi di Indonesia berdasarkan faktor utama dengan menggunakan sistem samar.

II. Pembentukan Sistem Samar

Sistem samar terdiri dari aturan samar, fuzzifier, mesin inferensi, dan defuzzifier.



Gambar. 2.5. Susunan sistem logika samar dengan fuzzifier dan defuzzifier

Secara umum, sistem logika samar dengan menggunakan fuzzifier dan defuzzifier disebut sebagai sistem pengaturan samar.

Fuzzifier didefinisikan sebagai pemetaan nilai real $x^* \in U \in R^n$ ke himpunan samar A^l di U.

Definisi 1. Fuzzifier Singleton

Fuzzifier singleton memetakan nilai tegas $x^* \in U$ ke singleton samar $A^i \in U$, dengan nilai keanggotaan 1 untuk x* dan 0 untuk nilai yang lain di U.

$$\mu_{A^l}(x) = \begin{cases} 1 & untuk \quad x = x^* \\ 0 & untuk \quad x \qquad yanglain \end{cases} \tag{1}$$

Pada mesin inferensi samar, prinsip logika samar digunakan dengan cara mengkombinasikan aturan samar JIKA-MAKA pada basis aturan samar ke pemetaan dari himpunan samar A^l di U pada himpunan samar B^l di V.

Definisi 2. Mesin Inferensi pergandaan

Mesin inferensi pergandaan menggunakan basis inferensi individual dengan kombinasi gabungan, implikasi pergandaan Mamdani, pergandaan aljabar untuk semua operator *t-norm* dan max untuk operator *s-norm*.

$$\mu_{B^l}(y) = \max_{l=1}^{M}[\sup_{X \in U}(\mu_{A^l}(x)\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^l}(x_i)\mu_{B^l}(y))] \tag{2}$$

Definisi 3. Mesin Inferensi Minimum

Mesin Inferensi Minimum menggunakan basis inferensi individual dengan kombinasi gabungan, implikasi minimum Mamdani, min intuk semua operator *t-norm* dan max untuk semua operator *s-norm*.

$$\mu_{B^l}(y) = \max_{l=1}^{M}[\sup_{X \in U}\min(\mu_{A^l}(x), \mu_{A_i^l}(x_i), .., \mu_{A_n^l}(x_n)\mu_{B^l}(y))] \tag{3}$$

Defuzifier didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan samar di $B^l \in V \subset R$ ke suatu titik bernilai $y \in V$.

Definisi 4. (Wang, Li Xin; 1997:110). Jika $\overline{y}^l$ merupakan pusat dari himpunan samar ke-l, dan w_l adalah tinggi, maka defuzzifier rata-rata pusat dinyatakan sebagai :

$$y = \frac{\sum_{l=1}^{M}\overline{y}^l w_l}{\sum_{l=1}^{M} w_l} \tag{4}$$

Definisi 5. (Wang, 1997:120). Fungsi keanggotaan Gaussian memenuhi:

$$\mu_{A_i^l}(x_i) = a_i^l \exp\left[-\left(\frac{x_i - \overline{x_i}^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right] \quad (5)$$

$$\mu_{B^l}(y^l) = \exp[-(-y - \overline{y}^l)^2] \quad (6)$$

Dimana $a_i^l \in (0,1], \sigma_i^l \in (0,\infty)$ dan $\overline{x_i}^l, \overline{y}^l \in R$ adalah nilai parameter.

Definisi 6. Fungsi keanggotaan segitigam memiliki bentuk:

$$\mu_{A_i^l}(x_i) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|x_i - \overline{x_i}^l|}{\sigma_i^l} & jika \quad |x_i - \overline{x_i}^l| \le \sigma_i^l \\ 0 & yanglainnya \end{cases} \quad (7)$$

Maka jika disusun menjadi sistem samar, diperoleh :

Lemma. 1. Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi pergandaan (2), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan Gaussian (5) dan (6) memiliki bentuk :

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^{M} \overline{y}^l \left[\prod_{i=1}^{n} a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i - \overline{x_i}^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right)\right]}{\sum_{l=1}^{M} \left[\prod_{i=1}^{n} a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i - \overline{x_i}^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right)\right]} \quad (8)$$

Bukti . Dengan mensubstitusikan fuzzifier singleton (7.2) pada mesin inferensi pergandaan (7.4), diperoleh $\mu_{B'}(y) = \max_{l=1}^{M}\left[\prod_{i=1}^{n} \mu_{A_i^l}(x_i^*)\mu_{B^l}(y)\right]$

(i)

Karena input yang diberikan x_i^*, pusat ke-l dari himpunan samar (i) adalah pusat B^l, kita dapat melihat bahwa $\overline{y}^l$ pada defuzzifier rata-rata pusat (7.10) sama dengan $\overline{y}^l$ pada lemma ini. Dengan menambahkan tinggi himpunan samar (i) dinotasikan oleh w_l pada (41) yaitu

$\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^l}(x_i^*)\mu_{B^l}(\overline{y}^l)=\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^l}(x_i^*)$ (dengan B^l adalah normal). Dengan menggunakan defuzzifier rata-rata pusat (7.10) pada himpunan samar (i), kita akan mendapatkan

$$y^* = \frac{\sum_{l=1}^{M}\overline{y}^l\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^l}(x_i^*)\right)}{\sum_{l=1}^{M}\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_i^l}(x_i^*)\right)} \qquad \text{(ii)}$$

Dengan mengganti $x^* = x$ dan $y^* = y$, kemudian fungsi keanggotaan yang dipapaki adalah fungsi keanggotaan Gaussian, maka (ii) akan menjadi (8)

Lemma. 2. Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi minimum (3), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan Gaussian (5) dan (6) memiliki bentuk :

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^{M}\overline{y}^l\left[\min_{i=1}^{n} a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i-\overline{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right)\right]}{\sum_{l=1}^{M}\left[\min_{i=1}^{n} a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i-\overline{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right)\right]} \qquad (9.5)$$

Lemma. 3. Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi pergandaan (2), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan segitiga (7) memiliki bentuk :

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\sum_{l=1}^{M}\overline{y}^l\left[\prod_{i=1}^{n}\left(1-\left|\dfrac{x_i-\overline{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right|\right)\right]}{\sum_{l=1}^{M}\left[\prod_{i=1}^{n}\left(1-\left|\dfrac{x_i-\overline{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right|\right)\right]} & \textit{jika} \quad |x_i-\overline{x}_i^l| \le \sigma_i^l \\ 0 & \textit{yanglain} \end{cases}$$

Lemma. 4. Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi minimum (3), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan segitiga (7) memiliki bentuk :

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\sum_{l=1}^{M} \bar{y}^{l} \left[\min_{i=1}^{n} \left(1 - \left| \dfrac{x_i - \bar{x}_i^{l}}{\sigma_i^{l}} \right| \right) \right]}{\sum_{l=1}^{M} \left[\min_{i=1}^{n} \left(1 - \left| \dfrac{x_i - \bar{x}_i^{l}}{\sigma_i^{l}} \right| \right) \right]} & \text{jika} \quad | x_i - \bar{x}_i^{l} | \leq \sigma_i^{l} \\ 0 & \text{yanglain} \end{cases}$$

III. Pemodelan Tingkat Inflasi

a. Klasifikasi Variabel

Variabel pada bab 2 telah diklasifikasikan menjadi :

Tabel.3.1. Domain masing-masing variabel (input dan output)

Fungsi	Variabel	Domain	Satuan
Input	GDP (riil) (x_1)	[-20000, 20000]	Milyar rupiah
	Nilai Tukar Rupiah terhadap USD (x_2)	[-5000, 5000]	Rupiah
	Tingkat Suku bunga (x_3)	[-50,50]	Per-seratus (%)
	Jumlah Uang yang beredar (x_4)	[0,50000]	Milyar rupiah
Output	Inflasi (y)	[0,100]	Per-seratus (%)

Domain diatas didasarkan pada nilai perubahan dari setiap variabel. Domain tersebut didasarkan pada nilai maksimal dan minimal yang sesuai dengan logika ekonomi.

b. Data Tiap Variabel

Berikut ini data tiap variabel menurut laporan Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia (SEKI) Bank Indonesia yang diperoleh dari situs www.bi.go.id tanggal 29 Agustus 2006. Nilai-nilai ini merupakan data perubahan tahunan.

Tabel. 3. Data input berdasarkan perubahan nilai (dari tahun ke tahun) dari data Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia (SEKI) Bank Indonesia selama 25 tahun

Tahun	GDPriil (x1)	Nilai Tukar (x_2)	Suku Bunga (Rsbi) (x_3)	Jumlah Uang Yang Beredar (x_4)	Inflasi Sebenarnya (y)
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8
1986	3836.1	521.2	0	1840.4	5.8
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9
1991	6396.8	110.8	0.1	2659	9.4
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4
1996	10131.2	67.7	-0.6	9960	7.9
1997	1178.6	1621.6	6.6	8997.6	6.2
1998	-20065.8	3635.7	29.7	30225.7	58
1999	4814.4	-483.3	-37.5	19274	20.7
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8
2001	43806.9	393.3	3.31	30306	11.5
2002	-27934.6	-1460	-4.51	14208	11.8
2003	12531.5	-475	-4.77	31860	5.16
2004	11366.1	825	-1.05	30019	6.40
2005	41082	540	5.54	28087	17.11

Data diatas akan dibagi menjadi 2 bagian. Bagian data pemodelan dan bagian uji pemodelan. Data dari tahun 1981 hingga 2003 akan menjadi data model. Sedangkan data tahun 2004 dan 2005 akan menjadi data penguji.

c. Model Tingkat Inflasi

Misalkan terdapat N pasangan *input-output* $(x_0^l, y_0^l), l = 1,2,..., \mathrm{N}$. Dengan N kecil. Selanjutnya akan dibentuk sistem samar $f(x)$ yang sesuai dengan semua pasangan N untuk sembarang ketepatan yang diinginkan yaitu untuk setiap $\varepsilon > 0, | f(x_0^l) - y_0^l | < \varepsilon$ dengan $l = 1,2,..., \mathrm{N}$.

A. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Pergandaan, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Gaussian (model (i)).

$$f(x)_i = \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \exp\left(-\dfrac{(x_1 - x_{01}^i)^2 + (x_2 - x_{02}^i)^2 + (x_3 - x_{03}^i)^2 + (x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2} \right)}{\sum_{i=1}^{23} \exp\left(-\dfrac{(x_1 - x_{01}^i)^2 + (x_2 - x_{02}^i)^2 + (x_3 - x_{03}^i)^2 + (x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2} \right)}.$$

(3.1.1)

B. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Minimum, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Gaussian (model (ii)).

$$f(x)_{ii} = \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \min(\exp\left(-\dfrac{(x_1 - x_{01}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_2 - x_{02}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_3 - x_{03}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2} \right))}{\sum_{i=1}^{23} \min(\exp\left(-\dfrac{(x_1 - x_{01}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_2 - x_{02}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_3 - x_{03}^i)^2}{2\sigma^2}, -\dfrac{(x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2} \right))} \quad (3.1.2)$$

C. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Pergandaan, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Segitiga (model (iii)).

$$f(x)_{iii} = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i}\left(1-\dfrac{|x_1-x_{01}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_2-x_{02}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_3-x_{03}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_4-x_{04}^l|}{\sigma}\right)}{\sum_{i=1}^{23}\left(1-\dfrac{|x_1-x_{01}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_2-x_{02}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_3-x_{03}^l|}{\sigma}+1-\dfrac{|x_4-x_{04}^l|}{\sigma}\right)} & jika \quad |x_i - \overline{x}_i^l| \le \sigma_i^l \\ 0 & yanglain \end{cases}$$

D. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Minimum, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Segitiga (model (iv)).

$$f(x)_{iv} = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i}\min\left(1-\dfrac{|x_1-x_{01}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_2-x_{02}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_3-x_{03}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_4-x_{04}^l|}{\sigma}\right)}{\sum_{i=1}^{23}\min\left(1-\dfrac{|x_1-x_{01}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_2-x_{02}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_3-x_{03}^l|}{\sigma},1-\dfrac{|x_4-x_{04}^l|}{\sigma}\right)} & jika \\ 0 & yanglain \end{cases}$$

$|x_i - \overline{x}_i^l| \le \sigma_i^l$

5. Model (v) yaitu model yang menggunakan statistik regresi linear ganda yang diperoleh bahwa secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap inflasi.

$$f(x)_v = 8.257 - (3.549\times 10^{-4})x_1 + (3.653\times 10^{-3})x_2 + (9.944\times 10^{-2})x_3 + (3.325\times 10^{-4})x_4$$

IV. Hasil Pemodelan Tingkat Inflasi

Dari hasil model menggunakan pemrograman dengan bahasa Matlab diperoleh hasil :

Keterangan :

___ data sampel

___ data diluar sampel

Model (i), model (ii)

Tahun	GDPriil (x1)	Nilai Tukar (x_2)	Suku Bunga (Rsbi) (x_3)	Jumlah Uang Yang Beredar (x_4)	Inflasi Sebenarnya (y)	Perkiraan Inflasi model (i)				Perkiraan Inflasi model (ii)				Perkiraan Inflasi model (v)	
						50150000	Galat	1000	galat	50150000	Galat	1000	galat	7.9053	0.352025
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2	8.6111	0.294172	12.2	0	8.6099	0.29427	12.2	0	8.8630	0.076771
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6	8.6304	0.101	9.6	0	8.6253	0.101531	9.6	0	8.8492	0.250068
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8	8.6372	0.268034	11.8	0	8.6328	0.268407	11.8	0	8.1365	0.210049
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3	8.6246	0.16266	10.3	0	8.6207	0.163039	10.3	0	7.8047	0.625979
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8	8.6135	0.794479	4.8	0	8.6113	0.794021	4.8	0	9.4114	0.622655

1986	3836.1	521.2	0	1840.4	5.8	8.5993	0.482638	5.8	0	8.6017	0.483052	5.8	0	7.3680	0.207742
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3	8.6202	0.073097	9.3	0	8.6181	0.073323	9.3	0	7.3798	0.088914
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1	8.6111	0.063099	8.1	0	8.6099	0.062951	8.1	0	8.2003	0.281297
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4	8.5815	0.340859	6.4	0	8.5797	0.340578	6.4	0	8.5189	0.078342
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9	8.583	0.086456	7.9	0	8.5797	0.086038	7.9	0	7.2856	0.224936
1991	6396.8	110.8	0.1	2659	9.4	8.5875	0.086436	9.4	0	8.5745	0.087819	9.4	0	7.0452	0.06064
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5	8.589	0.1452	7.5	0	8.5912	0.145493	7.5	0	7.9304	0.182433
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7	8.6691	0.106278	9.7	0	8.6942	0.103691	9.7	0	10.3029	0.212106
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5	8.6607	0.018906	8.5	0	8.6743	0.020506	8.5	0	8.1415	0.133883
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4	8.643	0.080532	9.4	0	8.6911	0.075415	9.4	0	8.1608	0.033013
1996	10131.2	67.7	-0.6	9960	7.9	8.8463	0.119785	7.9	0	8.9062	0.127367	7.9	0	17.4104	1.808129
1997	1178.6	1621.6	6.6	8997.6	6.2	8.6647	0.397532	6.2	0	8.7355	0.408952	6.2	0	41.6630	0.281672
1998	-20065.	3635.7	29.7	30225.7	58	56.477	0.026259	58	0	53.6239	0.07545	58	0	7.4625	0.639493

	8														
1999	4814.4	-483.3	-37.5	19274	20.7	11.0471	0.466324	20.7	0	10.6556	0.485237	20.7	0	24.0645	5.332763
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8	8.0728	1.124421	3.8	0	8.1323	1.140079	3.8	0	4.5525	0.60413
2001	43806.9	393.3	3.31	30306	11.5	11.4996	3.48E-05	11.5	0	11.4996	3.48E-05	11.5	0	17.1133	0.45028
2002	-27934.6	-1460	-4.51	14208	11.8	13.2417	0.122178	11.8	0	15.1145	0.28089	11.8	0	12.1935	1.363081
2003	12531.5	-475	-4.77	31860	5.16	5.8481	0.133353	5.16	0	6.4183	0.243857	5.16	0	17.1138	1.674031
2004	11366.1	825	-1.05	30019	6.40	6.4	0	-	-	7.0932	0.108313	-	-	5.5394	0.676248
2005	41082	540	5.54	28087	17.11	11.4981	0.327989	-	-	11.4975	0.328025	-	-	7.9053	0.352025
Error Sampel						$e = 0.238858$		$e = 0$		$e = 0.25487$		$e = 0$		$e = 0.61393$	
Error Seluruh data						$e = 0.232869$		$e =$ -		$e = 0.251933$		$e =$ -		$e = 0.658827$	
Error Diluar sampel/error prediksi						$e = 0.163995$		$e =$ -		$e = 0.218169$		$e =$ -		$e = 1.17514$	

Model (iii), model (iv) dan model (v)

Tahun	GDPril (x1)	Nilai Tuk	Suku Bun	Jumlah Uang	Inflasi Sebe	Perkiraan Inflasi model (iii)	Perkiraan Inflasi model (iv)

		ar (x_2)	ga (Rsbi) (x_3)	Yang Beredar (x_4)	narnya (y)												
						30000	Galat	20000	Galat	15000	Galat	20000	Galat	150000	Galat	10000	galat
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2	11.1126	0.089131	11.1091	1.0802	11.106	0.089664	9.8562	0.192115	9.3996	0.229541	11.240	0.078623
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6	11.1127	0.157573	11.1093	1.5197	11.106	0.156885	9.998	0.041458	9.5939	0.000635	11.120	0.158396
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8	11.1126	0.058254	11.1092	0.6802	11.106	0.058797	9.8704	0.163525	9.4176	0.201898	11.229	0.048364
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3	11.1126	0.078893	11.1091	0.8197	11.106	0.078272	9.854	0.043301	9.3981	0.087563	11.242	0.091544
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8	11.1126	1.315125	11.1091	6.3197	11.106	1.31375	9.8764	1.057583	9.4254	0.963625	11.220	1.337625
1986	3836.1	521.2	0	1840.4	5.8	11.1125	0.915948	11.109	5.3197	11.106	0.914897	9.8114	0.691621	9.3369	0.60981	11.285	0.945776
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3	11.1126	0.194903	11.1091	1.8197	11.106	0.194247	9.8121	0.055065	9.3427	0.004591	11.280	0.212978
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1	11.1126	0.371926	11.1091	3.0197	11.106	0.371123	9.8562	0.216815	9.3996	0.160444	11.240	0.387753
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4	11.1124	0.736313	11.1087	4.7197	11.106	0.735391	9.7767	0.527609	9.2782	0.449719	11.344	0.7725
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9	11.1124	0.406633	11.1087	3.2197	11.106	0.405924	9.7279	0.23138	9.2147	0.166418	11.385	0.441203

1991	6396.8	110.8	0.1	2659	9.4	11.1125	0.182181	11.1088	1.7197	11.107	0.181628	9.6874	0.030574	9.1652	0.024979	11.412	0.214096
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5	11.1125	0.481667	11.1089	3.6197	11.106	0.480907	9.7524	0.30032	9.259	0.234533	11.346	0.51292
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7	11.1123	0.145598	11.1083	1.4197	11.107	0.145082	9.6482	0.00534	9.0781	0.064113	11.500	0.185577
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5	11.1124	0.307341	11.1086	2.6197	11.105	0.306529	9.9274	0.167929	9.4443	0.111094	11.274	0.326424
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4	11.1122	0.182149	11.1083	1.7197	11.107	0.18167	9.5857	0.019755	8.9988	0.042681	11.547	0.228457
1996	10131.2	67.7	-0.6	9960	7.9	11.1121	0.406595	11.108	3.2197	11.115	0.406962	9.5148	0.204405	8.9009	0.126696	11.654	0.475266
1997	1178.6	1621.6	6.6	8997.6	6.2	11.1124	0.792323	11.1086	4.9197	11.104	0.791113	10.069	0.624032	9.6239	0.552242	11.165	0.800855
1998	-20065.8	3635.7	29.7	30225.7	58	11.1123	0.808409	11.1085	46.880	11.104	0.808541	13.573	0.765981	16.327	0.7185	10.851	0.8129
1999	4814.4	-483.3	-37.5	19274	20.7	11.12	0.462802	11.1077	9.5802	11.104	0.463536	10.231	0.505744	9.7099	0.530923	11.381	0.450184
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8	11.115	1.925	11.1066	7.3197	11.103	1.922	10.472	1.755816	9.8437	1.590447	11.277	1.967816
2001	43806.9	393.3	3.31	30306	11.5	11.2009	0.026009	12.0228	0.3802	12.406	0.078852	18.700	0.626157	20.070	0.745287	12.289	0.068626
2002	-27934.	-1460	-4.51	14208	11.8	11.31	0.041525	11.1102	0.6802	11.107	0.058678	11.701	0.008347	11.961	0.013703	11.103	0.059059

	6																
2003	12531.5	-475	-4.77	31860	5.16	11.112	1.153488	11.106	5.9597	11.215	1.173527	9.9332	0.925039	10.024	0.942752	11.463	1.22155
2004	11366.1	825	-1.05	30019	6.40	11.1113	0.736141	11.1689	0.2073	11.168	0.745141	10.018	0.565313	9.5525	0.492578	12.049	0.882781
2005	41082	540	5.54	28087	17.11	11.1382	0.349024	12.4034	0.2046	12.403	0.275079	15.924	0.069316	18.945	0.107247	15.623	0.086902
Error Sampel						$e = 0.488686$		$e = 0.224125$		$e = 0.492086$		$e = 0.398257$		$e = 0.372704$		$e = 0.512978$	
Error Seluruh data						$e = 0.492998$		$e = 0.222674$		$e = 0.493528$		$e = 0.391782$		$e = 0.366881$		$e = 0.510727$	
Error Diluar sampel/error prediksi						$e = 0.542583$		$e = 0.205989$		$e = 0.51011$		$e = 0.317314$		$e = 0.299913$		$e = 0.484842$	

Dengan memperhatikan data dari kelima model tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Model (i) dan model (ii) berkecenderungan memiliki galat prediksi mengecil untuk pengambilan σ^2 yang semakin besar. Hal ini berarti semakin besar σ^2 model (i) semakin baik untuk prediksi.
2. Model (iii) dan model (iv) berkecenderungan memiliki galat prediksi yang konvergen terhadap satu nilai σ^2 sehingga untuk model (iii) dapat ditentukan nilai σ^2 optimum untuk galat mendekati 0.
3. Model (i) dengan σ^2=50150000 merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan σ^2 yang lain. ($e_{\min} = 0.163995$)
4. Model (ii) dengan σ^2=50150000 merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan σ^2 yang lain. ($e_{\min} = 0.218169$)
5. Model (iii) dengan σ^2=20000 merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan σ^2 yang lain. ($e_{\min} = 0.205989$)
6. Model (iv) dengan σ^2=15000 merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan σ^2 yang lain. ($e_{\min} = 0.299913$)

Jika dilihat dari nilai galat prediksi dari model diatas, maka diperoleh hasil bahwa model (i) merupakan model terbaik dibandingkan dengan model (ii), model (iii), dan model (iv). Jika dilihat pula dari nilai galat prediksi dari model (i) dan model (iii) maka dapat dikatakan bahwa model (i) lebih baik dari model (v).

Hasil diatas mengandung kesimpulan bahwa model menggunakan sistem samar dengan fuzzifikasi singleton, mesin inferensi pergandaan, defuzzifier rata-rata pusat dan fungsi keanggotaan Gaussian/model (i) ($e = 0.163995$) merupakan model yang lebih baik daripada model menggunakan regresi linier/ model (v) ($e = 1.17514$)

V. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem samar dapat digunakan untuk membuat model tingkat inflasi di Indonesia. Sistem samar terdiri dari fuzzifikasi, pengklasifikasian aturan samar, penggunaan mesin inferensi dan defuzzifikasi. Terdapat 4 kombinasi pemodelan menggunakan sistem samar. Setelah dibandingkan dengan model menggunakan regresi dihasilkan bahwa untuk setiap nilai e sedemikian sehingga berlaku $| f(x) - y_0 | \leq e$, maka terdapat nilai galat yang dapat ditentukan sehingga dapat diambil kesimpulan :
   a. Model yang menggunakan fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan, aturan samar, defuzzifier rata-rata pusat dengan fungsi keanggotaan gaussian (model (i) dengan $e = 0.163995$) merupakan model terbaik dibandingkan model dengan sistem samar lainnya (model (ii) dengan $e = 0.218169$, model (iii) dengan $e = 0.205989$ dan model (iv) dengan $e = 0.299913$).
   b. Model dengan menggunakan sistem samar (model (i)) (dengan $e = 0.163995$) merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model menggunakan regresi (model (iv)) (dengan $e = 1.17514$)
   c. Model menggunakan sistem samar merupakan model yang lebih baik dibandingkan model menggunakan regresi.
2. Untuk menyelesaikan pemodelan tingkat inflasi dengan banyak variabel, maka dapat digunakan pemrograman dengan bahasa Matlab.

Saran

Dalam penelitian ini dilakukan pemilihan σ^2 dengan coba-coba. Nilai galat yang terlalu besar, dalam hasil dari model tersebut dapat ditekan dengan penentuan σ^2 yang sesuai. Karena untuk tiap aturan samar, nilai σ^2 dapat berbeda-beda.

Dalam kenyataannya, nilai inflasi selain hanya dipengaruhi oleh faktor-faktornya namun juga oleh nilai inflasi sebelumnya. Oleh karena itu, time series menjadi pilihan terbaik untuk menyelesaikannya. Untuk itu, perlu adanya penelitian berikutnya menggunakan analisis fuzzy time series.

Jika dilihat mengenai koreksi pada uji tahun 2004 dan 2005 yang memiliki galat besar sangat dimungkinkan terjadi akibat faktor dominan lain diluar 4 faktor tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian berikutnya dengan menambahkan variabel-variabel lain yang terkait.

Daftar Pustaka

[1] Agung.P, Wahyu. 2004. *Tips dan Trik Matlab : Vektorisasi, Optimasi, dan Manipulasi Array*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

[2] Abdurrakhman. 2004. *Modul Metode Statistik II.* Yogyakarta : Program Studi Statistik Jurusan Matematika FMIPA UGM.

[3] Abadi, Agus Maman & Ali Muhson. 2005. *Pemodelan Tingkat Inflasi di Indonesia Dengan Menggunakan Sistem Fuzzy.* Jurnal Ekonomi & Pendidikan, Volum 2 Nomor 2, Desember 2005.

[4] Ghozali, Imam. 2005. *Analisis Multivariate dengan program SPSS.* Semarang: Badan Penerbit UNDIP.

[5] Klir, George J., Ute St. Clair., Bo Yuan. 1997. *Fuzzy Set Theory Foundation and Applications.* Prentice-Hall International Inc: New Jersey.

[6] Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis Design dan Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab.* Yogyakarta : Graha Ilmu.

[7] Lefteri H. T., Robert E. Uhrig. 1996. *Fuzzy and Neural Approaches in Engginering.* John Wiley and Sons, Inc.

[8] Sukirno, Sadono. 1994. *Pengantar Makro Ekonomi*. BPFE : Yogyakarta

[9] Susilo, Frans SJ., 2003. *Pengantar Himpunan & Logika Kabur serta aplikasinya*. Universitas Sanata Dharma : Yogyakarta

[10] Wang, Li Xin. 1994. *Adaptive Fuzzy Systems and Control – Design and Stability Analysis.* Prentice-Hall International Inc: New Jersey.

[11] Wang, Li Xin. 1997. *A Course in Fuzy Systems and Control*. Prentice-Hall International: New Jersey.