

Mengukur Performa Model *TSK Fuzzy Logic* Menggunakan Faktor Eksternal untuk Peramalan Laju Inflasi

Nadia Roosmalita Sari, Wayan Firdaus Mahmudy, Aji Prasetya Wibawa

Abstract— Economic growth is one of the benchmark for assessing a country's economic development. Inflation is the tendency of rising prices of goods in general and occurs continuously. Therefore, inflation can be a benchmark for assessing a country's economic development. Inflation is one of the problems that often become a topic of discussion among economists. Inflation can be affected by various factors, a high consumption pattern of society for instance. Indonesia's economy will decline if inflation is not controlled properly. To control the inflation rate needed an inflation rate forecasting in Indonesia. The results can be used as information to the government in order to prepare government policy so that inflation remained relatively stable. This study proposes Takaghi Sugeno Kang (TSK) fuzzy logic for inflation rate forecasting. This study aims to measure the system performance by using factors that affect the inflation rate. Data used in this study were historical data and external factors as parameter. To evaluate the forecasting results, *Root Mean Square Error* (RMSE) analysis technique was used. The results showed that the using of time series and external factor CPI as parameters had system performance that was better as compared to the other factors with RMSE which was 1.328.

Index Terms—Inflation rate, forecasting, TSK fuzzy logic, *Root Mean Square Error* (RMSE).

Abstrak— Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu tolak ukur menilai perkembangan ekonomi negara. Inflasi merupakan kecenderungan naiknya harga barang secara umum dan terjadi terus-menerus. Sehingga inflasi dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk menilai perkembangan suatu negara. Inflasi merupakan salah satu permasalahan yang sering menjadi topik pembahasan di kalangan pakar ekonomi. Inflasi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya pola konsumtif masyarakat yang tinggi. Perekonomian Indonesia akan menurun jika inflasi tidak dikendalikan dengan baik. Untuk

mengendalikan laju inflasi dibutuhkan sebuah peramalan terhadap laju inflasi di Indonesia. Hasil peramalan digunakan sebagai informasi bagi pemerintah untuk menyiapkan kebijakan agar laju inflasi tetap dalam keadaan stabil. Penelitian ini mengusulkan Takaghi Sugeno Kang (TSK) fuzzy logic untuk peramalan laju inflasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur performa sistem dengan menggunakan faktor-faktor yang mempengaruhi laju inflasi. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data historis dan faktor eksternal sebagai parameter. Untuk mengevaluasi hasil peramalan digunakan teknik analisis *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan parameter time series dan faktor eksternal CPI memiliki performa sistem yang lebih baik dibandingkan faktor-faktor lain dengan RMSE sebesar 1.328.

Kata Kunci—Laju inflasi, peramalan, TSK fuzzy logic, *Root Mean Square Error* (RMSE).

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu tolak ukur menilai perkembangan ekonomi suatu negara. Pertumbuhan ekonomi berarti perkembangan fisik produksi barang dan jasa yang berlaku di suatu negara [1]. Inflasi merupakan kecenderungan naiknya harga barang secara umum dan terjadi terus-menerus [2]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa inflasi dapat dijadikan sebagai sebuah tolak ukur untuk menilai perkembangan sebuah negara.

Inflasi merupakan salah satu permasalahan yang sering menjadi topik pembahasan di kalangan pakar ekonomi. Inflasi dapat terjadi akibat pola konsumtif masyarakat yang tinggi. Sebagai contoh, kesempatan kerja yang tinggi menciptakan tingkat pendapatan yang tinggi dan selanjutnya menimbulkan pengeluaran yang melebihi kemampuan ekonomi mengeluarkan barang dan jasa. Sehingga pola konsumtif masyarakat pun akan meningkat. Semakin meningkatnya pola konsumtif masyarakat dapat meningkatkan jumlah uang beredar. Semakin tingginya jumlah uang yang beredar akan mengakibatkan terjadinya inflasi.

Selain itu, inflasi juga dapat terjadi akibat peningkatan harga impor dari daerah asalnya. Semakin rendah derajat kompetisi yang dimiliki oleh barang impor terhadap produk dalam negeri, akan semakin

This work was supported in part by Faculty of Computer Science Brawijaya University, Malang.

Nadia Roosmalita Sari is with the Faculty of Computer Science Brawijaya University, Malang, Indonesia (corresponding author email nadiaroosmalitasari@gmail.com)

Wayan Firdaus Mahmudy is with the Faculty of Computer Science Brawijaya University, Malang, Indonesia (author email wayanfm@ub.ac.id)

Aji.prasetya.ft@um.ac.id is with the Faculty of Engineering Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia (author email aji.prasetya.ft@um.ac.id)

besar pula dampak perubahan harga barang-barang impor tersebut terhadap inflasi. Inflasi sering dialami oleh negara-negara berkembang, seperti Indonesia. Perekonomian Indonesia akan menurun jika inflasi tidak dikendalikan dengan baik. Salah satu permasalahan yang disebabkan oleh inflasi adalah penurunan nilai mata uang secara terus menerus. Secara tidak langsung penurunan mata uang mempengaruhi aktifitas perdagangan global. Biaya kebutuhan sehari-hari akan meningkat dan pengangguran dimana-mana. Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat berbagai macam faktor yang dapat mempengaruhi laju inflasi selain faktor terjadinya inflasi pada periode-periode sebelumnya.

Untuk mengendalikan laju inflasi dibutuhkan sebuah peramalan terhadap laju inflasi di Indonesia. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada pemerintah guna menyusun kebijakan pemerintah dalam mengantisipasi laju inflasi di masa yang akan datang. Di sisi lain, hasil peramalan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas. Bagi petani, hasil peramalan dapat digunakan sebagai indikator untuk menaikkan harga komoditi. Ketika laju inflasi tinggi, petani dapat menaikkan harga komoditi setinggi-tingginya untuk mendapatkan untung sebanyak-banyaknya.

Peramalan dilakukan berdasarkan pada data historis dengan teknik analisis *time series*, yaitu pada bulan-bulan sebelumnya dimana terjadi kenaikan inflasi. Penelitian ini juga akan menggunakan beberapa faktor eksternal untuk mengetahui tingkat inflasi. Data historis dan faktor eksternal digunakan sebagai variabel input, sedangkan output data adalah peramalan. Faktor eksternal yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Consumer Price Index (CPI), Money Supply, BI Rate, dan Kurs. Faktor eksternal tersebut pernah digunakan di beberapa penelitian [3] [4] [5] [6] [7] [8]. Faktor-faktor eksternal tersebut tentunya memiliki tingkat pengaruh yang berbeda terhadap laju inflasi.

Peramalan laju inflasi pernah dilakukan oleh Moser, et al [9] dan [10]. Moser, et al menggunakan Auto Regression Integrated Moving Average (ARIMA) untuk peramalan laju Inflasi. Kemudian Baciú menggunakan stochastic model untuk peramalan laju inflasi. Kedua model tersebut cocok digunakan untuk peramalan. Akan tetapi untuk meramalkan laju inflasi tidak hanya dipengaruhi oleh variabel *time series* saja, melainkan juga dipengaruhi oleh faktor lain, dimana kedua model tersebut tidak dapat mengatasi karena hanya terbatas pada data historis saja. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan Takaghi Sugeno Kang (TSK) Fuzzy Logic untuk meramalkan laju inflasi di masa mendatang. TSK fuzzy logic sudah sering digunakan diberbagai penelitian terkait peramalan. Selain itu, metode ini memiliki keunggulan dalam mendeteksi pola data yang tidak beraturan atau memiliki kenaikan dan penurunan data yang terlalu tajam [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini mencoba mengimplementasikan TSK Fuzzy Logic untuk mengetahui performa metode yang diusulkan

berdasarkan akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan faktor eksternal.

II. PENELITIAN TERKINI

Beberapa penelitian terkini telah berhasil melakukan peramalan terhadap laju inflasi. Zhang dan Li [5] menggunakan model SVR untuk memperamalan laju inflasi di Cina. SVR merupakan metode yang digunakan dalam mengambil keputusan. Metode ini dapat dikatakan sebagai perbaikan dari Regresi Linier, dimana metode ini mampu menghasilkan sebuah fungsi dengan hasil yang bergelombang mengikuti jalur data yang terbentuk. Sehingga peramalan yang dihasilkan menjadi lebih akurat dibandingkan dengan regresi linier. Akurasi sistem yang dihasilkan menggunakan RMSE adalah 0.1.

Baciú (2013) menggunakan stochastic model untuk meramalkan laju inflasi di Romania [10]. Penelitian tersebut menggunakan data *time series* sebagai variabel input. Beberapa model digunakan dalam penelitian tersebut, diantaranya adalah Autoregressive (AR), Moving Average (MA), dan gabungan dari keduanya yaitu ARIMA. Berdasarkan hasil penelitian, ARIMA memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan AR dan MA. Akan tetapi, ARIMA kurang cocok digunakan pada peramalan jangka panjang. Sehingga hasil peramalan cenderung konstan.

Logika fuzzy telah sukses diimplementasikan dalam permasalahan peramalan menggunakan data *time series* [12]. Fuzzy logic telah digunakan oleh Santosa (2014)[13] untuk penentuan tariff listrik. Sistem fuzzy yang digunakan adalah Takaghi Sugeno Kang (TSK) fuzzy logic. Penentuan tariff listrik pada penelitian ini berdasarkan data pelanggan listrik dari PLN. Penelitian ini menggunakan data *time series* pada periode sebelumnya. Sistem yang dibangun adalah berupa aplikasi menggunakan metode TSK yang diuji dengan memasukkan sejumlah sampel data uji penggunaan daya dan hasilnya berupa tarif listrik yang harus dibayarkan pelanggan.

Penelitian serupa dilakukan oleh Puspita dan Yulianti (2016) berupa perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy [14]. Sistem fuzzy yang digunakan adalah TSK fuzzy logic. Variabel input yang digunakan adalah data suhu, kelembaban, dan angin. Hasil dari penelitian ini adalah berupa peramalan dengan tingkat akurasi sebesar 60%.

III. DATA SET

Penelitian ini menggunakan dataset berupa data historis yang berasal dari Bank Indonesia [15] dan Badan Pusat Statistik [16]. Data record yang digunakan sebanyak 99 data mulai dari Oktober 2005 – Desember 2013.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data historis dengan analisis *time-series* ($b-1$, $b-2$, $b-3$). Parameter $b-1$ mewakili satu bulan sebelumnya, $b-2$ mewakili dua bulan sebelumnya, dan $b-3$ mewakili tiga bulan sebelumnya. Penelitian ini juga menggunakan beberapa faktor eksternal yang

Tabel 1. Contoh Variabel Faktor Eksternal

Month	CPI	BI rate	Money Supply	Kurs
Jan-14	110.99	7.50	887064.00	12189.00
Dec-13	146.84	7.50	870455.00	11977.00
Nov-13	146.04	7.25	856146.00	11234.00
...
Oct-05	135.15	12.25	286715	10090

Tabel 2. Contoh Variabel Time Series

Month	Actual Data	b-1	b-2	b-3
Jan-14	8.22	8.38	8.37	8.32
Dec-13	8.38	8.37	8.32	8.4
Nov-13	8.37	8.32	8.4	8.79
...
Oct-05	17.89	18.38	17.11	17.03

mempengaruhi laju inflasi, diantaranya adalah CPI (Consumer Price Index), Suku bunga (BI rate), Jumlah uang beredar (*Money Supply*), dan Kurs. Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai variabel input dalam peramalan laju inflasi. Sedangkan variabel output berupa hasil peramalan laju inflasi di Indonesia. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan contoh data *record* pada setiap variabel atau parameter.

IV. PARAMETER POSITIF DAN PARAMETER NEGATIF

Penelitian ini akan menggunakan data dari data historis dan faktor eksternal yang telah dijelaskan pada Bab III. Untuk meramalkan laju inflasi dibutuhkan variabel input atau parameter yang berasal dari data yang digunakan. Penelitian ini menggunakan data time series sebanyak 3 parameter dan 4 faktor eksternal. Sudah pasti setiap parameter akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap laju inflasi. Ada yang memberikan pengaruh positif dan ada juga yang memberikan pengaruh negative. Oleh karena itu, variabel input atau parameter ini akan dikelompokkan kedalam dua kelompok, yaitu parameter positif dan parameter negative.

Parameter positif merupakan parameter yang memiliki pengaruh kuat terhadap laju inflasi. Sedangkan parameter negative merupakan parameter yang tidak begitu mempengaruhi laju inflasi. Selain itu, pengelompokan parameter positif dan negative dikelompokkan berdasarkan linieritas data. Secara umum, ketika CPI naik, maka laju inflasi akan ikut naik. Begitu pula untuk *Money supply*, semakin tak terkendalnya jumlah uang yang beredar di masyarakat, maka inflasi akan cenderung naik. Sehingga CPI dan *Money supply* dapat digolongkan sebagai parameter positif. Sedangkan Kurs dan BI rate dapat digolongkan ke dalam parameter negatif karena semakin kecil rendah suku bunga yang ditetapkan oleh Bank maka masyarakat akan cenderung membelanjakan uangnya dari pada didepositkan, sehingga jumlah uang beredar di masyarakat tidak terkendali dan mengakibatkan laju inflasi tinggi. Untuk data time series sudah tentu masuk ke dalam parameter positif, karena hasil peramalan sangat dipengaruhi oleh data periode sebelumnya [17].

Penelitian ini bertujuan untuk melihat performa atau pengaruh dari faktor-faktor yang mempengaruhi laju

inflasi. Penelitian yang akan dilakukan adalah menguji akurasi sistem yang dihasilkan dengan (1) Menguji parameter secara terpisah; (2) Menguji parameter yang telah dikelompokkan; dan (3) Menguji seluruh parameter.

V. TSK FUZZY LOGIC

Fuzzy Inference System Takaghi Sugeno Kang merupakan model dari fuzzy logic yang digunakan untuk peramalan laju inflasi di Indonesia. Model ini dikembangkan oleh Takaghi, Sugeno, and Kang (TSK) [18]. TSK fuzzy logic dipilih karena model ini cocok digunakan untuk data time series seperti pada penelitian [12]. TSK fuzzy logic terdiri dari tiga proses, diantaranya adalah *fuzzification process*, *fuzzy inference engine*, and *defuzzification*.

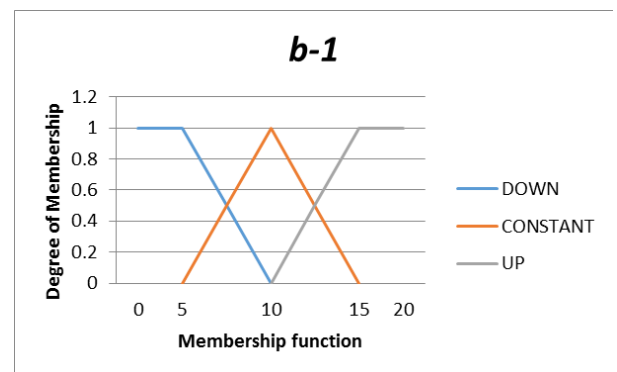


Fig. 1. Himpunan fuzzy pada variable time series

$$\mu_{DOWN}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{5} & 5 < x < 10 \\ 0 & x \geq 10 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{UP}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{5} & 10 < x < 15 \\ 1 & x \geq 15 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{CONSTANT}(x) = \begin{cases} 0 & (x \leq 5) \text{ and } (x \geq 15) \\ \frac{x-(-5)}{5} & 5 < x < 10 \\ \frac{15-x}{5} & 10 < x < 15 \\ 1 & \end{cases} \quad (3)$$

A. Fuzzification

Variabel input dalam penelitian ini akan dibagi menjadi dua atau lebih himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy merupakan kesatuan yang mewakili keadaan tertentu dalam sebuah variable fuzzy [19]. Variabel linguistik disatukan dengan *fuzzy set*, yang masing-masing memiliki fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan [20]. Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan representasi titik *input* data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0-1 [21]. Fungsi untuk menentukan nilai keanggotaan digambarkan dengan kurva bentuk bahu. Fig. 1 menunjukkan contoh kurva bahu yang mewakili variabel input b-1, b-2, dan b-3. Sedangkan Fig. 2,

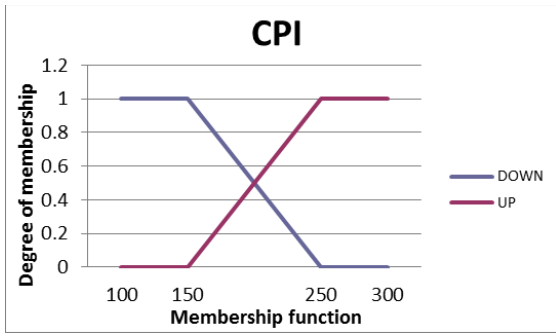


Fig. 2. Himpunan fuzzy pada variable factor eksternal

$$\mu_{DOWN}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 150 \\ \frac{250-x}{100} & 150 < x < 250 \\ 0 & x \geq 250 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{UP}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{100} & 150 < x < 250 \\ 1 & x \geq 250 \end{cases} \quad (5)$$

mewakili variabel eksternal.

B. Fuzzy Inference Engine

Hasil dari proses perhitungan nilai keanggotaan fuzzy kemudian diinferensikan terhadap aturan-aturan fuzzy (rules). Pada metode TSK fuzzy logic fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Tabel 3 merupakan contoh aturan-aturan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini. Himpunan fuzzy DOWN dinotasikan dengan D, CONSTANT dinotasikan dengan C, dan UP dinotasikan

Table 3. Aturan Fuzzy

No	b-1	b-2	b-3	CPI	Money Supply	BI Rate	Kurs
1	D	D	D	D	D	D	D
2	D	D	D	D	D	D	U
3	D	D	C	D	D	U	U
4	D	D	C	D	U	U	U
5	D	C	C	U	U	U	U
...
n

dengan U.

C. Defuzzification

Untuk mendapatkan nilai output (crisp) adalah dengan mengubah input menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut atau yang dimaksud dengan defuzzifikasi. Metode defuzzifikasi dalam ini adalah defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzifier).

Fig. 3 dan Fig. 4 merupakan arsitektur fuzzy pada parameter positif dan parameter negative. Pada Fig, 3 terdapat 5 parameter atau variabel input yang terdiri dari variabel time series, CPI dan Money supply. Sedangkan pada Fig. 4 parameter atau variabel input terdiri dari BI rate dan kurs. Masing-masing parameter tersebut akan dilakukan pengolahan data menggunakan TSK fuzzy logic sehingga menghasilkan peramalan.

VI. PERAMALAN MENGGUNAKAN TSK FUZZY LOGIC

Pada bab ini akan dilakukan pengujian performa TSK fuzzy logic dengan menggunakan faktor-faktor yang mempengaruhi laju inflasi. Pengujian yang akan dilakukan adalah peramalan menggunakan parameter terpisah, peramalan menggunakan parameter yang telah dikelompokkan, dan peramalan menggunakan seluruh parameter. Untuk mengetahui performa system yang dihasilkan digunakan teknik analisis Root Mean Square Error (RMSE).

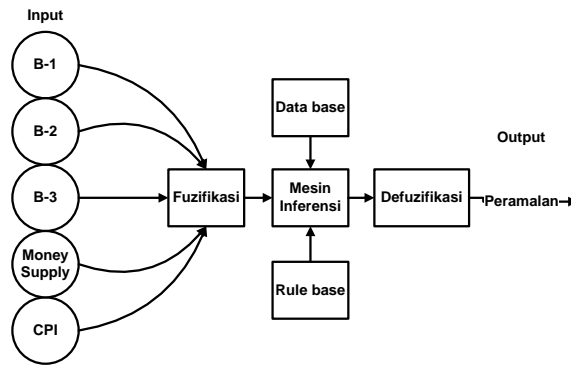


Fig. 3. Arsitektur fuzzy pada parameter positif

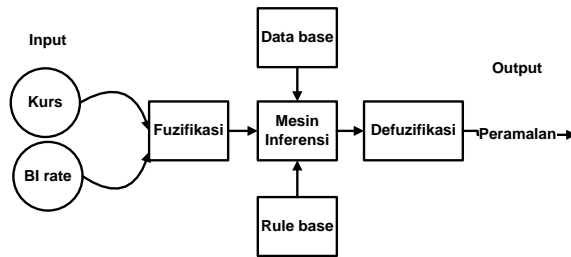


Fig. 4. Arsitektur fuzzy pada parameter positif

Tabel 5. Hasil Peramalan Parameter Terpisah

Pengujian (P)		1	2	3	4
Bulan	Aktual	TS	TS	TS	TS
		CPI	Money Supply	Suku Bunga	Kurs
13-Dec	8.38	8.4529	8.71482	7.94636	8.07182
13-Nov	8.37	8.3809	8.64594	7.74055	8.00815
13-Oct	8.32	8.3596	8.62835	7.72417	7.98733
13-Sep	8.4	8.746	9.05481	8.17738	8.3768
13-Aug	8.79	9.2511	9.56562	8.51925	8.88785
13-Jul	8.61	6.2383	6.56739	5.86751	5.87073
13-Jun	5.9	5.6802	6.05457	5.15586	5.35912
13-May	5.47	5.6676	6.06546	5.07915	5.36097
13-Apr	5.57	6.1752	6.58443	5.60953	5.87325
13-Ma	5.9	5.6856	6.09797	5.22116	5.38024
13-Feb	5.31	4.8986	5.32012	4.5389	4.59758
13-Jan	4.57	4.5833	5.01178	4.24501	4.29137
...
5-Oct	17.89	9.0921	9.94107	0.29958	8.8542
RMSE		1.3282	1.40508	1.47713	1.55743

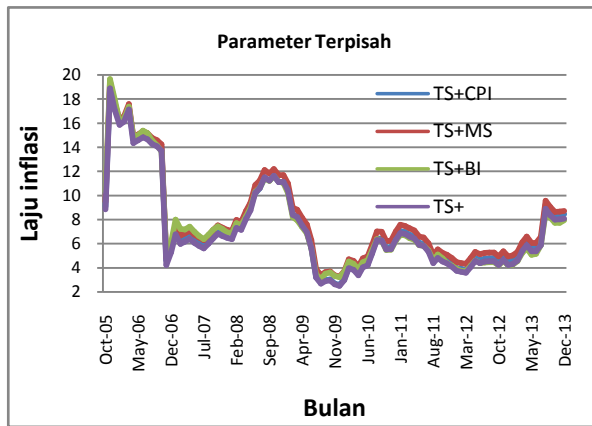


Fig. 5 Plot hasil peramalan parameter terpisah

Berdasarkan hasil peramalan, ditunjukkan bahwa parameter time series dan CPI memiliki kinerja system yang lebih unggul dibandingkan dengan parameter lainnya. Fig. 5 menunjukkan bahwa hasil peramalan yang ditunjukkan oleh masing-masing parameter tidak begitu terlihat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan tingkat akurasi yang dihasilkan, peramalan dengan menggunakan parameter time series dan CPI memiliki akurasi sebesar 1.3282.

Table 6. Hasil Peramalan Parameter Positif dan Negatif

Date	Aktual	Peramalan	
		Positif	Negatif
13-Dec	8.38	8.85048	12.4735
13-Nov	8.37	8.773	11.31075
13-Oct	8.32	8.75544	11.68975
13-Sep	8.4	9.18091	10.581
13-Aug	8.79	9.68373	9.0955
13-Jul	8.61	6.692	8.7465
13-Jun	5.9	6.13282	7.78
13-May	5.47	6.13014	7.28025
13-Apr	5.57	6.64419	7.27725
13-Feb	5.9	6.16127	7.22525
14-Mar	5.31	5.37959	7.25625
13-Jan	4.57	5.06216	7.20975
...
5-Oct	17.89	17.13	16.683
RMSE		1.393991	3.688853

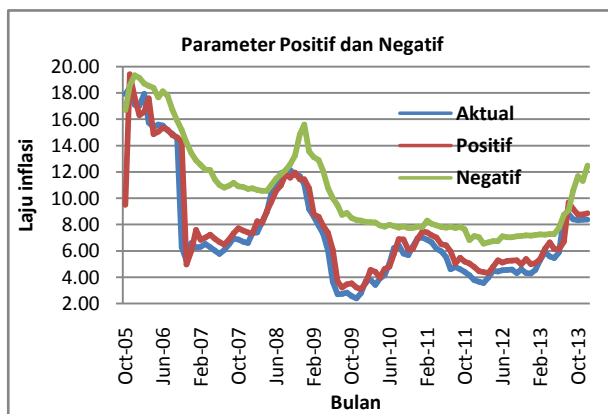


Fig. 6 Plot hasil peramalan parameter positif dan negatif

Fig. 6 menunjukkan bahwa pergerakan grafik parameter positif mendekati data actual. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter positif memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap laju inflasi. Akurasi yang dihasilkan oleh parameter positif juga lebih bagus dibandingkan dengan parameter negative. Tingkat akurasi yang dihasilkan parameter positif sebesar 1.393991.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap seluruh parameter dimana hasil pengujian ini nantinya akan dibandingkan dengan pengujian-pengujian sebelumnya.

Table 7. Hasil Peramalan Menggunakan Seluruh Parameter

Date	Aktual	Time series	CPI	Kurs	...	Peramalan
Nov13	8.37	8.32	146.04	11234		3.82054
Oct13	8.32	8.4	145.87	11613		3.79243
Sep13	8.4	8.79	145.74	10924		4.13534
Aug13	8.79	8.61	146.25	10278		4.25
Jul-13	8.61	5.9	144.63	9929		2.00874
Jun-13	5.9	5.47	140.03	9802		1.06117
May13	5.47	5.57	138.6	9722		0.83584
Apr13	5.57	5.9	138.64	9719		1.35944
Mar13	5.9	5.31	138.78	9667		1.08131
Feb-13	5.31	4.57	137.91	9698		0.51862
Jan-13	4.57	4.3	136.88	9651.5		0.26142
...
Oct-05	17.89	9.06	135.15	10310		8.83247
RMSE						3.5363546

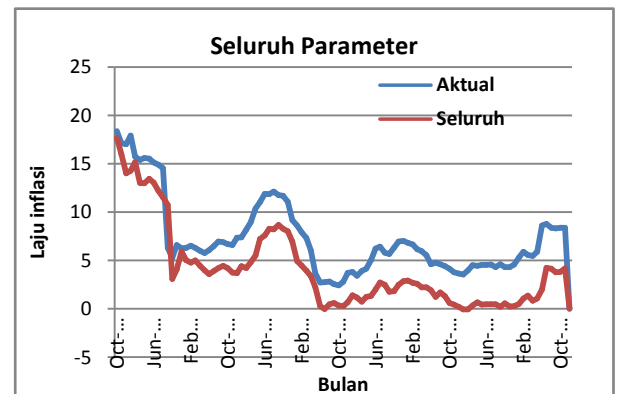


Fig. 7 Plot hasil peramalan seluruh parameter

Tabel 7 menampilkan hasil peramalan dengan menggunakan seluruh parameter. Berdasarkan Tabel 7 akurasi yang dihasilkan peramalan TSK fuzzy logic sebesar 3.5363546. Hasil peramalan ini sudah cukup baik, karena terlihat pada Fig. 7 pergerakan grafik peramalan sudah mengikuti data actual.

VII. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian telah selesai dilakukan. Pengujian-pengujian tersebut meliputi (1) Pengujian parameter terpisah; (2) Pengujian parameter yang telah dikelompokkan; dan (3) Pengujian seluruh parameter. Berdasarkan hasil pengujian-pengujian pada Bab VI, hasil pengujian dapat dirangkum pada Tabel 8.

Table 8. Perbandingan Hasil Peramalan pada Masing-masing Parameter

Pengujian	Parameter	RMSE
1	Time series dan CPI (P1)	1.3282
	Time series dan Money Supply (P2)	1.405075
	Time series dan BI rate (P3)	1.47713
	Time series dan Kurs (P4)	1.55743
2	Parameter positif (P5)	1.393991
	Parameter negative (P6)	3.688853
3	Seluruh parameter (P7)	3.5363546
	(Time series, CPI, Money Supply,	
	BI rate, dan Kurs)	

Pada Tabel 8 ditunjukkan perbandingan akurasi peramalan yang dihasilkan pada masing-masing parameter. Pada pengujian 1 diperoleh akurasi terbaik pada pengujian parameter time series dan CPI (P1) dengan tingkat akurasi sebesar 1.328. Selanjutnya pada pengujian 2 akurasi terbaik dihasilkan pada pengujian parameter positif (P5) dengan akurasi sebesar 1.394. Kemudian pada pengujian 3 diperoleh akurasi sebesar 3.536.

Yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah parameter terbaik untuk menghasilkan performa TSK fuzzy logic berdasarkan RMSE terkecil. Berdasarkan Fig. 8 diketahui bahwa akurasi tertinggi terdapat pada parameter time series dan CPI dengan akurasi 1.328. Dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor atau parameter yang sangat mempengaruhi laju inflasi adalah parameter time series dan CPI. Dengan menggunakan parameter time series dan CPI dapat meningkatkan performa sistem dengan akurasi yang tinggi.

VIII. KESIMPULAN

Metode Takaghi Sugeno Kang yang diusulkan dalam penelitian ini dapat diimplementasikan untuk peramalan laju inflasi di Indonesia. Hasil perhitungan RMSE menunjukkan bahwa time series dan factor eksternal CPI memberikan performa sistem yang bagus berdasarkan tingkat akurasi terbaik. Hasil peramalan dengan menggunakan parameter time series dan factor eksternal CPI lebih unggul dibandingkan dengan factor-eksternal lain seperti *Money supply*, BI rate, dan Kurs. Keakuratan sistem yang dihasilkan oleh TSK fuzzy logic dengan parameter time series dan CPI sebesar 1.328.

Keakuratan sistem yang dihasilkan pada penelitian ini masih bisa ditingkatkan lagi. Salah satu hal yang mempengaruhi akurasi sistem adalah pembentukan aturan fuzzy dan fungsi keanggotaan fuzzy. Pada penelitian ini, penentuan aturan fuzzy ditentukan secara manual. Oleh karena itu, implementasi algoritma genetika pada penelitian selanjutnya dibutuhkan untuk mengoptimasi aturan fuzzy dan fungsi keanggotaan. Teknik optimasi bertujuan untuk meningkatkan akurasi sistem yang lebih baik. Algoritma genetika sudah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan optimasi seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Wayan, dkk.(2014) [22].

REFERENCES

- [1] S. Sukirno, *Pengantar Teori Makro Ekonomi (Introduction to the Theory of Macro Economy)*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2008.
- [2] N. R. Sari, W. F. Mahmudy, and A. P. Wibawa, "Backpropagation on Neural Network Method For Inflation Rate Forecasting in Indonesia," *Int. J. Soft Comput. Its Appl.*, 2016.
- [3] E. R. Wulan and S. Nurfaiza, "Analysis of Factors Affecting Inflation in Indonesia: an Islamic Perspective," *Int. J. Nusantara Islam*, vol. 2, no. 2, pp. 67–80, 2015.
- [4] S. Kooths, T. Mitze, and E. Ringhut, "Inflation forecasting-a comparison between econometric methods and a computational approach based on genetic-neural fuzzy rule-bases," in *Computational Intelligence for Financial Engineering, 2003. Proceedings. 2003 IEEE International Conference on*, 2003, pp. 183–190.
- [5] L. Zhang and J. Li, "Inflation Forecasting Using Support Vector Regression," 2012, pp. 136–140.
- [6] J. Arlt and M. Arltova, "Forecasting of the Annual Inflation Rate in the Unstable Economic Conditions," 2015, pp. 231–234.
- [7] Y. Tang and J. Zhou, "The performance of PSO-SVM in inflation forecasting," in *Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2015 12th International Conference on*, 2015, pp. 1–4.
- [8] A. Fitriah and A. M. Abadi, "Aplikasi Model Neuro Fuzzy Untuk Prediksi Tingkat Inflasi Di Indonesia," in *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Yogyakarta*, 2011, vol. 3.
- [9] G. Moser, F. Rumler, and J. Scharler, "Forecasting Austrian inflation," *Elsevier*, vol. 24, no. 3, pp. 470–480, 2007.
- [10] I.-C. Baciuc, "Stochastic Models for Forecasting Inflation Rate. Empirical Evidence from Romania," *Procedia Econ. Finance*, vol. 20, pp. 44–52, 2015.
- [11] A. P. Wibawa and R. Soelaiman, "Analisis Efektifitas Metode Hibrida Neural Networks Dan Fuzzy Logic Untuk Peramalan Valuta Asing," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VI*, 2007.
- [12] X. Xie, L. Lin, and S. Zhong, "Process Takagi–Sugeno model: A novel approach for handling continuous input and output functions and its application to time series prediction," *Knowl.-Based Syst.*, vol. 63, pp. 46–58, Jun. 2014.
- [13] H. Santosa, "Aplikasi Penentuan Tarif Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *J. Sist. Inf. BISNIS*, vol. 4, no. 1, pp. 28–39, 2014.
- [14] E. S. Puspita and L. Yulianti, "Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy," *Media Infotama*, vol. 12, no. 1, 2016.
- [15] "Data - The Central Bank of Indonesia." [Online]. Available: <http://www.bi.go.id/en/moneter/inflasi/data/Default.aspx>. [Accessed: 22-Oct-2015].
- [16] "Uang Beredar - Portal Data Indonesia - data.go.id." [Online]. Available: <http://data.go.id/dataset/uang-beredar>. [Accessed: 11-Sep-2016].
- [17] R. Maggi and 3URJUBirgitta Dian Saraswati, "faktor-faktor yang Mempengaruhi Inflasi di Indonesia: Model Demand Pull Inflation," *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 71–77, 2013.
- [18] C. Abdelmoula, H. Rouabeh, and M. Masmoudi, "Behavior Control of a New Designed Mobile Robot Based on Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Approaches for Monitoring Wall," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 6, no. 3, pp. 17–26, 2013.
- [19] N. R. Sari and W. F. Mahmudy, "Tsukamoto Fuzzy Inference System to Determine The Feasibility of Prospective Employees," *SESINDO 2015*, 2015.
- [20] G. Balaji, R. Balamurugan, and L. Lakshminarasimman, "Fuzzy Clustered Multi Objective Differential Evolution for Thermal Generator Maintenance Scheduling," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, Mar. 2016.
- [21] F. F. N. Azizi, "Mengukur Performa Enterprise Architecture Framework Menggunakan Fuzzy Tsukamoto," *MATICS*, vol. 8, no. 2, p. 54, Sep. 2016.
- [22] W. F. Mahmudy, "Solving Flexible Job-Shop Scheduling Problem Using Improved Real Coded Genetic Algorithms."