



FUZZY SISTEM: ESTIMASI HARGA NIKEL DUNIA

Aprisal^{a)}, Agus Maman Abadi^{b)}

a) Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Sulawesi Barat aprisalcicang@gmail.com

b) Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta agusmaman@uny.ac.id

<i>Article Info</i>	Abstract
<p>Keywords: estimation, fuzzy system, nickel price</p>	<p><i>The study aimed to estimate or to predict the nickel price using Mamdani fuzzy system and to describe the accuracy of system formed. The population of study was data of nickel price for 4 yaers later, started from January 2014 until December 2017.</i></p>
<p>Submitted: 28-05-2019</p>	<p><i>Fuzzy system which used to predict nickel price was Mamdani system fuzzy. Process of data analysis was started to devide the data into training data (TR) and checking data (CK). TR was used to make the system while CK would be checked using the system that had been formed at TR. Next steps were doing fuzzification, forming rules, doing inferention used Mamdani Max-Min Method, doing fuzification used Center of Gravity Defuzzier, and determine value of MAPE. The results of data analysis showed that the system which was built, was good and had high accuracy to predict the nickel price in international market, where error was 7%</i></p>
<p>Published: 30-05-2019</p>	



Abstrak

Kata Kunci: estimasi, sistem *Fuzzy*, harga nikel

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi atau memprediksi harga nikel dunia menggunakan sistem *fuzzy* dan mengukur sejauh mana keakuratan sistem yang dibangun. Populasi pada penelitian ini adalah data harga nikel dunia 4 tahun terakhir yaitu data harga mulai Januari 2014 sampai Desember 2017. Sistem *fuzzy* yang digunakan untuk memprediksi harga nikel adalah metode *Fuzzy Mamdani*. Proses analisis data diawali dengan membagi data menjadi *training data* (TR) dan *checking data* (CK). TR digunakan sebagai data pembuat sistem, sedangkan CK adalah data yang akan diuji menggunakan sistem yang telah dibentuk pada TR. Langkah selanjutnya, proses yang dilakukan untuk memprediksi harga nikel dan menentukan tingkat keakuratan sistem yang dibangun yaitu melakukan fuzzifikasi, membentuk *rule*, melakukan inferensi dengan metode Mamdani *Max-Min*, defuzzifikasi dengan menggunakan *Center of Gravity Defuzzier*, dan menetapkan nilai MAPE untuk menentukan *system error* yang dibangun. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem yang dibangun sudah cukup baik untuk memprediksi harga nikel dengan *error* sebesar 7% .



PENDAHULUAN

Nikel merupakan salah satu jenis unsur kimia yang berbentuk metal. Meskipun nikel merupakan unsur metal tetapi, nikel pada dasarnya berstruktur yang lembek dan mudah dibentuk. Pada sistem periodik unsur, nikel mempunyai lambang Ni dan memiliki nomor atom 28. Diketahui bahwa nikel merupakan salah satu elemen pembentuk inti bumi, di mana 10% di antaranya terbentuk dari nikel.

Di Indonesia sendiri, tersebar banyak tambang nikel dalam skala besar yang dioperasikan oleh perusahaan-perusahaan internasional. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu penghasil nikel terbesar kedua dunia setelah Rusia dengan menyumbangkan 15% dari jumlah produksi nikel pada tahun 2010 (Fitrian, Massiani, & Maria, 2013). Salah satu daerah penghasil nikel terbesar di Indonesia terletak di Sorowako, Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Salah satu unsur penting pada nikel yang ada di Sorowako adalah endapan laterit yang cukup melimpah. Hal ini telah dibuktikan oleh PT. Vale Indonesia dengan menambang dan mengolah dengan menggunakan teknik peleburan konvensional. Identifikasi endapan laterit yang merupakan unsur utama pada nikel berguna untuk menentukan langkah selanjutnya bagi perusahaan untuk melakukan penambangan skala besar secara komersil (Fitrian, Massiani, & Maria, 2013). Endapan laterit tersebutlah yang akan diproses lebih lanjut, sehingga menghasilkan jenis nikel *pig iron* yang umumnya dipakai pada produk-produk industri.

Pada kehidupan sehari-hari, nikel mempunyai banyak manfaat, terutama di bidang industri baja. Salah satu manfaat nikel yang paling utama adalah sebagai bahan campuran dalam pembuatan *stainless steel* (baja tahan karat).

Pembuatan berbagai barang di kehidupan sehari-hari dengan bahan utama besi, umumnya menggunakan campuran nikel. Hal ini disebabkan karena besi memiliki sifat kecenderungan mudah mengalami karat atau *stain* ketika mengalami osidasi. Dengan campuran nikel dan juga krom, maka dapat dibuat jenis besi yang tahan karat. Dalam industri transportasi, salah satu manfaat nikel sendiri adalah bahan baku pembuatan monel yang digunakan untuk membuat baling-baling pada kapal laut.

Dalam perdagangan nikel dunia, Indonesia sebagai salah satu penyumbang nikel terbesar dari jumlah produksi pertahun mempunyai peranan yang sangat strategis (Kumarawrman). Selain itu, adanya regulasi dan UU minerba yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia turut mempengaruhi harga nikel di pasar dunia. UU No. 4 tahun 2009 yang kemudian terealisasi pelaksananya pada Januari 2014, memberlakukan larangan ekspor bijih tambang mentah. Hal ini tentunya mempengaruhi harga nikel di pasar dunia di mana pada saat itu harga nikel merangsek naik dari USD 14.000/ton menjadi USD 18.000/ton. Kondisi tersebut tentunya membuat pusing konsumen nikel yang sebagian besar dikuasai oleh China dengan daya serap produksi nikel sebesar 51% dan kawasan Eropa sebesar 19,5% dari kebutuhan nikel dunia (Kumarawarman). Namun demikian, meskipun telah diberlakukan aturan menurut UU No.4 tahun 2009, ekspor nikel di Indoensia tidak serta merta meninggalkan masalah. Hal ini disebabkan karena fasilitas dan sarana smelter yang ada di Indonesia belum cukup memadai. Akibatnya produksi dan harga nikel mengalami pasang surut menyesuaikan dengan perubahan regulasi yang ada. Melihat kondisi tersebut,



perusahaan tambang nikel yang ada di Indonesia harus mampu memprediksi harga nikel dunia kedepannya sehingga produksi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasar.

Prediksi mempunyai peran yang cukup penting dalam memutuskan apa yang akan dilakukan (Sah & Degtiarev, 2005). Memprediksi harga suatu barang termasuk tambang mineral membutuhkan analisis. Analisis sendiri terbagi atas dua yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal. Analisis fundamental adalah analisis berdasarkan faktor yang secara langsung mempengaruhi harga, sedangkan analisis teknikal merupakan analisis yang didasarkan pada data yang diperoleh dari masa lalu, seperti harga, volume dan lain-lain.

Banyak metode yang dapat dilakukan untuk melakukan prediksi, namun belum bisa memecahkan masalah prediksi dalam bentuk linguistik (Sah & Degtiarev, 2005). *Fuzzy time series* memungkinkan untuk mengatasi masalah tersebut (Chen, 1996). Sistem *fuzzy* merupakan suatu sistem yang dibangun berdasarkan aturan dan pengetahuan diolah menggunakan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Sistem *fuzzy* merupakan perluasan ilmu logika *fuzzy*. Teori logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Zadeh pada sekitar tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan perkembangan dari logika klasik, di mana setiap elemen tidak dinyatakan benar atau salah, 0 atau 1, melainkan dengan derajat keanggotaan yang memiliki nilai 0 sampai 1 (Poongodi, dkk, 2012). Selanjutnya secara lebih khusus penelitian ini akan menggunakan Sistem *Fuzzy Mamdani* sebagai instrumen untuk memprediksi harga nikel.

Sistem *Fuzzy Mamdani* merupakan salah satu metode sistem *fuzzy* yang sering

digunakan,] karena lebih intuitif dan sesuai dengan proses *input* manusia. Sistem *Fuzzy Mamdani* juga dikenal sebagai metode *min-max*, di mana fungsi implikasi yang digunakan adalah *min* dan komposisi aturan yang digunakan adalah *max*. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan sistem *fuzzy* dalam permasalahan berbasis data *time series*. Jayus Priyana dan Agus Maman Abadi (2011) memprediksi suhu udara Yogyakarta menggunakan model *fuzzy* dengan variabel *input* berupa data suhu udara sebelumnya, kemudian penelitian lain dengan memprediksi harga perak dengan metode *mamdani* menunjukkan bahwa tingkat kesalahan yang diperoleh untuk membangun sistem *fuzzy* sekitar 4% (Ralmugis, Wahyudi, & Abadi, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Chen dan Hsu (2004) tentang *a new method to forecast enrollments using fuzzy time series*, selanjutnya ada juga penelitian yang dilakukan oleh Alpaslan & Cagcag (2012) tentang *a seasonal fuzzy time series forecasting method based on gustafson-kessel fuzzy clustering*. Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan data *time series*, baik untuk memprediksi maupun mengelompokkan data dengan menggunakan sistem *fuzzy* memberikan model yang akurat dengan tingkat kesalahan yang kecil, sehingga pada penelitian ini akan mengestimasi atau memprediksi harga nikel dunia menggunakan sistem *fuzzy* dan mendekeksripsikan tingkat keakuratan model atau sistem yang dibentuk.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi atau memprediksi harga nikel. Data yang digunakan merupakan data *time series* berjumlah 48 data, yaitu data



harga nikel dunia per bulan mulai dari bulan Januari 2014 sampai bulan Desember 2017. Data tersebut diperoleh melalui <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=nickel&months=300>. Sebelum melakukan pemodelan, data dibagi menjadi dua bagian terlebih dahulu, yaitu *training data* (TR) dan *checking data* (CK). Pembagian data yang digunakan adalah 80% untuk TR dan 20% untuk CK dari keseluruhan data harga nikel di dunia, sehingga dari 46 data yang terbentuk diperoleh 36 data sebagai TR dan 10 data sebagai CK. TR akan digunakan sebagai data pembuat sistem, sedangkan CK adalah data yang akan diuji menggunakan sistem yang telah dibentuk pada TR. Secara rinci prosedur untuk memprediksi harga nikel ditempuh melalui tujuh langkah:

- a. Menentukan pasangan *input-output*
- b. Menentukan himpunan universal
- c. Menentukan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy
- d. Menentukan aturan *fuzzy (rule)*
- e. Melakukan inferensi himpunan *fuzzy* dengan metode Mamdani
- f. Melakukan defuzzifikasi dengan metode *Center of Gravity Defuzzier*
- g. Menentukan MAPE sebagai pengukur besar kesalahan model

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan untuk merancang sistem guna memprediksi harga nikel adalah data harga nikel dunia (US\$ Dolar) setiap bulan dengan satuan *metric ton* dari Januari 2014 sampai Desember 2017. Adapun datanya disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Harga Nikel

Bulan	Harga (US\$ Dolar)
Training Data (TR)	
Jan-14	14101
Feb-14	14203
Mar-14	15678
Apr-14	17374
Mei-14	19401
Juni-14	18629
Juli-14	19118
Agust-14	18600
Sept-14	18035
Okt-14	15812
Nov-14	15807
Des-14	15962
Jan-15	14850
Feb-15	14574
Mar-15	13755
Apr-15	12831
Mei-15	13511
Juni-15	12825
Juli-15	11413
Agust-15	10386
Sept-15	9937
Okt-15	10317
Nov-15	9244
Des-15	8708
Jan-16	8507
Feb-16	8298
Mar-16	8717
Apr-16	8879
Mei-16	8660
Juni-16	8928
Juli-16	10263
Agust-16	10336
Sept-16	10192
Okt-16	10260
Nov-16	11129
Des-16	10972
Jan-17	9971
Feb-17	10643



Checking Data (CK)	
Mar-17	10205
Apr-17	9609
Mei-17	9155
Juni-17	8932
Juli-17	9491
Agust-17	10890
Sept-17	11216
Okt-17	11336
Nov-17	11972
Des-17	11495

Data yang menjadi TR dan CK tersebut dipasangkan menjadi pasangan *input-output*. Pada penelitian ini variabel *input* adalah data harga nikel pada bulan-bulan sebelumnya yaitu data pada waktu $T - 2$ dan $T - 1$. Sedangkan variabel *output*-nya yaitu data harga nikel pada waktu T . Setelah ditentukan pasangan *output input*, diperoleh data *maximum* yaitu 19401 dan data *minimum* yaitu 8298 sehingga ditentukan himpunan universal berada pada interval [8000 20000].

Data yang menjadi *input* dan *output* pada penelitian ini mempunyai fungsi keanggotaan yang sama dan dibentuk dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Adapun banyaknya himpunan *fuzzy* untuk *input* dan *output* ada sebanyak 9, yaitu himpunan *fuzzy* harga nikel sangat-sangat rendah sekali (A_1), himpunan *fuzzy* harga nikel sangat rendah sekali (A_2), himpunan *fuzzy* harga nikel sangat rendah (A_3), himpunan *fuzzy* harga nikel rendah (A_4), himpunan *fuzzy* harga nikel sedang (A_5), himpunan *fuzzy* harga nikel tinggi (A_6), himpunan *fuzzy* harga nikel sangat tinggi (A_7), himpunan *fuzzy* harga nikel sangat tinggi sekali (A_8), dan himpunan *fuzzy* harga nikel sangat-sangat tinggi sekali (A_9). Fungsi keanggotaan pasangan data *input-output* dapat dilihat persamaan berikut.

$$\mu_{A_1}(x) = \begin{cases} \frac{9500 - x}{1500}; & 8000 \leq x \leq 9500 \\ 0; & x \geq 9500 \end{cases}$$

$$\mu_{A_2}(x) = \begin{cases} \frac{x - 8000}{1500}; & 8000 \leq x \leq 9500 \\ \frac{11000 - x}{1500}; & 9500 \leq x \leq 11000 \\ 0; & x \leq 8000 \text{ atau } x \geq 11000 \end{cases}$$

$$\mu_{A_3}(x) = \begin{cases} \frac{x - 9500}{1500}; & 9500 \leq x \leq 11000 \\ \frac{12500 - x}{1500}; & 11000 \leq x \leq 12500 \\ 0; & x \leq 9500 \text{ atau } x \geq 12500 \end{cases}$$

$$\mu_{A_4}(x) = \begin{cases} \frac{x - 11000}{1500}; & 11000 \leq x \leq 12500 \\ \frac{14000 - x}{1500}; & 12500 \leq x \leq 14000 \\ 0; & x \leq 11000 \text{ atau } x \geq 14000 \end{cases}$$

$$\mu_{A_5}(x) = \begin{cases} \frac{x - 12500}{1500}; & 12500 \leq x \leq 14000 \\ \frac{15500 - x}{1500}; & 14000 \leq x \leq 15500 \\ 0; & x \leq 12500 \text{ atau } x \geq 15500 \end{cases}$$

$$\mu_{A_6}(x) = \begin{cases} \frac{x - 14000}{1500}; & 14000 \leq x \leq 15500 \\ \frac{17000 - x}{1500}; & 15500 \leq x \leq 17000 \\ 0; & x \leq 14000 \text{ atau } x \geq 17000 \end{cases}$$

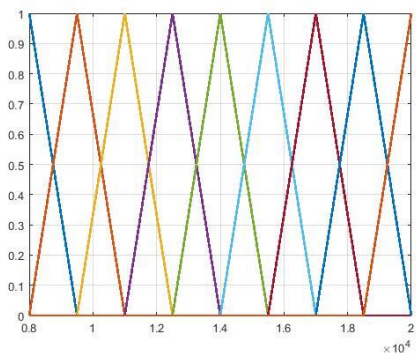
$$\mu_{A_7}(x) = \begin{cases} \frac{x - 15500}{1500}; & 15500 \leq x \leq 17000 \\ \frac{18500 - x}{1500}; & 17000 \leq x \leq 18500 \\ 0; & x \leq 15500 \text{ atau } x \geq 18500 \end{cases}$$

$$\mu_{A_8}(x) = \begin{cases} \frac{x - 17000}{1500}; & 17000 \leq x \leq 18500 \\ \frac{20000 - x}{1500}; & 18500 \leq x \leq 20000 \\ 0; & x \leq 17000 \text{ atau } x \geq 20000 \end{cases}$$

$$\mu_{A_9}(x) = \begin{cases} \frac{x - 18500}{1500}; & 18500 \leq x \leq 20000 \\ 0; & x \leq 20000 \end{cases}$$

Berdasarkan fungsi keanggotaan di atas, maka diperoleh grafik himpunan *fuzzy* pada *input-output* sebagai berikut.





Gambar 1. Himpunan Fuzzy Input-Output

Setelah melakukan fuzzifikasi dengan membentuk pasangan *input-output* pada data, maka langkah yang paling penting adalah pembentukan aturan (*rule*). Aturan (*rule*) dibentuk untuk menyatakan hubungan antara data *input* dan data *output*. *Rule* yang dibentuk menggunakan operasi *AND* untuk menghubungkan dua *input*, sedangkan relasi *input* dan *output* dibentuk dengan menggunakan aturan *IF-THEN*. Misalnya pada pasangan *input* dan *output* yang pertama dihasilkan *rule* sebagai berikut.

“jika *T-2* adalah *A1* dan *T-1* adalah *A1*,
maka *T* adalah *A1*”

Pada tahap ini dihasilkan *rule* sebanyak 36 berdasarkan *input* dan *output* data. Adapun *rule* yang terbentuk disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rule yang Terbentuk

RULE KE-	RULE			DK			DK RULE
	INPUT		OUTPUT	INPUT		OUTPUT	
	<i>T - 2</i>	<i>T - 1</i>	<i>T</i>	<i>T - 2</i>	<i>T - 1</i>	<i>T</i>	
1	A1	A1	A1	0,53	0,66	0,8	0,27984
2	A1	A1	A1	0,66	0,8	0,52	0,27456
3	A1	A1	A2	0,8	0,52	0,59	0,24544
4	A1	A2	A1	0,52	0,59	0,56	0,171808
5	A1	A2	A3	0,56	0,62	0,51	0,177072
6	A2	A1	A1	0,83	0,53	0,66	0,290334
7	A2	A1	A2	0,59	0,56	0,62	0,204848
8	A2	A3	A2	0,71	0,54	0,83	0,318222
9	A2	A3	A3	0,62	0,51	0,56	0,177072
10	A2	A3	A3	0,54	0,51	0,91	0,250614
11	A3	A2	A1	0,54	0,83	0,53	0,237546
12	A3	A2	A3	0,56	0,54	0,51	0,154224
13	A3	A2	A3	0,98	0,69	0,76	0,513912
14	A3	A2	A3	0,59	0,71	0,54	0,226206
15	A3	A3	A2	0,72	0,59	0,71	0,301608
16	A3	A3	A2	0,51	0,56	0,54	0,154224
17	A3	A3	A2	0,91	0,98	0,69	0,615342



18	A3	A3	A3	0,51	0,91	0,98	0,454818
19	A4	A3	A3	0,78	0,72	0,59	0,331344
20	A4	A5	A4	0,78	0,67	0,78	0,407628
21	A5	A4	A3	0,67	0,78	0,72	0,376272
22	A5	A4	A5	0,84	0,78	0,67	0,438984
23	A5	A5	A4	0,62	0,84	0,78	0,406224
24	A5	A5	A6	0,93	0,86	0,88	0,703824
25	A5	A6	A7	0,86	0,88	0,75	0,5676
26	A6	A5	A5	0,57	0,62	0,84	0,296856
27	A6	A6	A5	0,69	0,57	0,62	0,243846
28	A6	A6	A6	0,72	0,79	0,69	0,392472
29	A6	A6	A6	0,79	0,69	0,57	0,310707
30	A6	A7	A9	0,88	0,75	0,6	0,396
31	A7	A9	A8	0,75	0,6	0,91	0,4095
32	A8	A6	A6	0,69	0,72	0,79	0,392472
33	A8	A8	A6	0,93	0,69	0,72	0,462024
34	A8	A8	A8	0,91	0,59	0,93	0,499317
35	A8	A8	A8	0,59	0,93	0,69	0,378603
36	A9	A8	A8	0,6	0,91	0,59	0,32214



Pada Tabel 2 di atas, diperoleh beberapa *rule* yang memiliki *input* (anteseden) yang sama dan menghasilkan *output* (konsekuen) yang sama pula. Pada *rule* yang lain diperoleh juga beberapa *rule* yang memiliki *input* (anteseden) yang sama tetapi menghasilkan *output* (konsekuen) yang berbeda. Dengan demikian, pada kedua kasus tersebut maka dilakukan reduksi *rule* dengan memilih *rule* yang mempunyai derajat keanggotaan yang paling tinggi, sehingga diperoleh 18 *rule* hasil direduksi. Hasil reduksi *rule* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Reduksi Rule

RULE KE	IF		THEN
	INPUT		OUTPUT
	T - 2	T - 1	T
1	A1	A1	A1
2	A1	A2	A3
3	A2	A1	A1
4	A2	A3	A2
5	A3	A2	A3
6	A3	A3	A2
7	A4	A3	A3
8	A4	A5	A4
9	A5	A4	A5
10	A5	A5	A6
11	A5	A6	A7
12	A6	A5	A5
13	A6	A6	A6
14	A6	A7	A9
15	A7	A9	A8
16	A8	A6	A6
17	A8	A8	A8
18	A9	A8	A8

Berdasarkan Tabel 3 di atas, maka dapat disusun ekspresi atau bahasa linguistik dari setiap *rule* sebagai berikut.

1. Jika harga nikel pada dua bulan sebelumnya sangat-sangat rendah sekali dan harga nikel pada bulan

sebelumnya sangat-sangat rendah sekali, maka harga nikel pada bulan ini sangat-sangat rendah sekali.

2. Jika harga nikel pada dua bulan sebelumnya sangat-sangat rendah sekali dan harga nikel pada bulan lalu sangat rendah sekali, maka harga nikel pada bulan ini sangat rendah. Dstnya

Ekpresi linguistik hasil reduksi *rule* di atas dapat dilanjutkan sampai *rule* yang ke-18.

Selanjutnya, setelah terbentuk *rule* dari hasil reduksi, maka untuk memprediksi harga Nikel dunia adalah Inferensi Mamdani. Inferensi Mamdani menggunakan fungsi implikasi *min* dan komposisi antar aturan *max*. Pada fungsi implikasi *min* akan diambil nilai minimum himpunan *fuzzy* dari setiap aturan yang digunakan. Pada proses tersebut dengan menggunakan sampel pada aturan data ke-14 diperoleh 0,16 pada himpunan *fuzzy* A_5 , 0,38 pada himpunan *fuzzy* A_5 dan 0,62 pada himpunan *fuzzy* A_6 . Pada tabel di atas untuk himpunan *fuzzy* A_5 terdapat dua nilai komposisi aturan, sehingga dipilih yang maksimum yaitu 0,38. Hasil komposisi aturan kemudian digunakan untuk membentuk fungsi keanggotaan daerah *fuzzy*. Fungsi keanggotaan daerah hasil yang terbentuk melalui inferensi minimum sebagai berikut.

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{y - 12500}{1500} & ; 12500 \leq y \leq 13070 \\ 0,38 & ; 13070 \leq y \leq 14570 \\ \frac{y - 14000}{1500} & ; 14570 \leq y \leq 14930 \\ 0,62 & ; 14930 \leq y \leq 16070 \\ \frac{17000 - y}{1500} & ; 16070 \leq y \leq 17000 \end{cases}$$

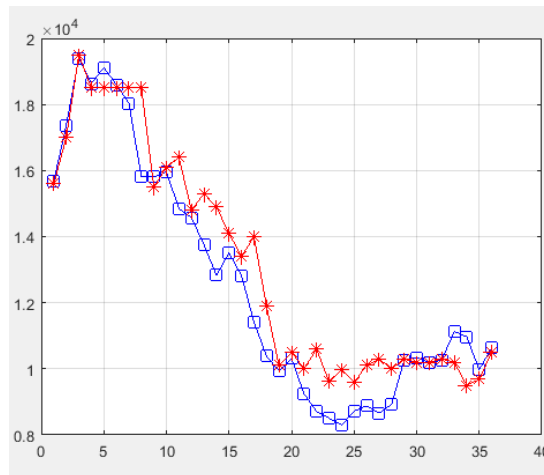
Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang diperoleh dari proses inferensi kemudian diproses menggunakan *defuzzifier* untuk dijadikan bilangan tegas. Bilangan tegas yang akan



diperoleh, merupakan hasil prediksi harga nikel pada T . *Defuzzifier* yang digunakan adalah *defuzzifier centroid* dengan rumus sebagai berikut.

$$y^* = \frac{\int_V y \mu_{B'}(y) dy}{\int_V \mu_{B'}(y) dy}$$

Berdasarkan hasil *defuzzifier* diperoleh prediksi harga nikel dunia yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Plot Data Asli dan Data Prediksi

Selain itu, hal yang penting dalam membangun sebuah sistem adalah menentukan sejauh mana keakuratan model atau sistem yang dibangun. Mengukur keakuratan model berarti menentukan sebesar besar kemungkinan kesalahan (*error*) pada model tersebut. Untuk menentukan error model/sistem pada penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Untuk menentukan nilai MAPE, maka akan dihitung jumlah nilai absolut *error* untuk semua data, kemudian bagi nilai absolut *error* tersebut dengan banyaknya jumlah data. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh error sebesar 0,07 atau 7%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian di atas, untuk memprediksi harga nikel dunia tidak hanya bergantung pada faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhinya tetapi juga dapat menggunakan data time series berupa data harga nikel pada bulan-bulan sebelumnya. Memprediksi harga nikel dengan menggunakan data time series dapat ditempuh dengan langkah-langkah di antaranya: menentukan pasangan *input-output*, menentukan himpunan universal, menentukan fungsi keanggotaan *himpunan fuzzy*, menentukan aturan *fuzzy (rule)*, melakukan inferensi himpunan *fuzzy* dengan metode *mamdani*, melakukan defuzzifikasi dengan metode *center of gravity defuzzier*, menentukan mape sebagai pengukur besar kesalahan model. Pada penelitian ini, diperoleh error sebesar 0,07 atau 7% yang berarti bahwa model yang dibangun mampu memprediksi dengan baik perkembangan harga nikel dunia dengan tingkat keakuratan model sebesar 93%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpaslan, F., & Cagcag, O. 2012. A seasonal fuzzy time series forecasting method based on gustafson-kessel fuzzy clustering. *Journal of Social and Economics Statistics*. 1(2): 1-13.
- Chen, Sm., M. (1996). Forecasting enrollments based on fuzzy time series. *Fuzzy Sets and Systems*. 8(1): 311-319.
- Chen, S., M., & 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.
- Fitrian, E., B. Massiani, M., A. & Maria. 2013. Identifikasi sebaran nikel laterit



- dan volume bijih nikel daerah Anoa menggunakan korelasi data bor. Jurnal ELL.
- <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=nickel&months=300> diunduh pada 5 Januari 2018.
- Kumarawarman, B, "Dunia tambang nikel indonesia: kemana angin berhembus?," Diunduh dari <https://www.iagi.or.id/dunia-tambang-nikel-indonesia-kemana-angin-berhembus.html>, pada tanggal 10 Januari 2017.
- Mu, W., Zhai, Y., & Liu, Y. 2010. Leaching of magnesium from desliconization slag of nickel laterite ores by carbonation process. *Trans Nonferrous Met. Soc.* 20: 87-91.
- Pan, C., X., Lv., BaiC., LiuX. D, Li, Min, J. 2013. Melting features and viscosity of Si-O₂-CaO-MGO-Al₂O₃-FeO nickel slag in laterite metallurgy. *J. Min. Metall. Sect. B-Metall.* 49(1): 9-12.
- Poongodi, M., Manjula, L., Pradeepkumar, S., & Umadevi, M. 2012. Cancer prediction technique using fuzzy logic. *International Journal of Current Research.* 4(2): 106-110.
- Priyana, J., & Abadi, A., M. 2011. Peramalan suhu udara di yogyakarta dengan menggunakan model fuzzy. Diunduh dari eprints.uny.ac.id/7149/1/M-31%20-%20Jayus%20Priyana.pdf pada tanggal 10 Januari 2017.
- Qui, W., Zhang, C., & Zhang, P. 2015. Generalized fuzzy time series forecasting model enhanced with particle swarm optimization. *International u- and e- Service, Science and Technology.* 8(5): 129-140.
- Ralmugis, U., Wahyudi, E., & Abadi, A., M. 2016. Application of fuzzy system for predicting silver price. *4th Icriems Proceedings* 2017.
- Sah, M. & Degtiarev, K., Y. 2005. Forecasting enrollment model based on first-order fuzzy time series. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology.* 1(1): 375-378

