

PERAMALAN KONSUMSI GAS INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA FUZZY TIME SERIES STEVENSON PORTER

Muh. Hasbiollah¹, RB. Fajriya Hakim²

¹Mahasiswa Jurusan Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia
e-mail: ¹mhasbiollah@gmail.com NIM: 11611032

²Dosen Jurusan Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia
e-mail: ²hakimf@fmipa.uui.ac.id

ABSTRACT: *There are some techniques of soft computing that can be used to forecast the data, they are fuzzy time series, neural network, and genetic algorithm. The methods can solve the data forecasting in the complex model that related to non linear time series model. In this research, the forecasting method that used is the Algorithm of Fuzzy Time Series Using Percentage Change As Universe Discourse that proposed by Stevenson and Porter who will compared with one of the classical forecasting method. The data that used is data of Indonesia gas consumption years 1990-2013, where the data contain trend pattern. For that, one of the good classical forecasting method that can be used is the method of Double Exponential Smoothing Holt. The results, forecasting by using the Algorithm of Fuzzy Time Series Stevenson Porter is better compared with using the method of Double Exponential Smoothing Holt, because it has smaller MAPE and MSE value, each of them in a row are 6,56 and 4,93. Where obtained the forecasting result for year 2014 is 38,39.*

Key word: *Fuzzy Time Series, Gas Consumption, Indonesia, Soft Computing.*

1. PENDAHULUAN

Ada beberapa teknik *soft computing* yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan data yaitu diantaranya adalah *fuzzy time series*, *neural network*, dan algoritma genetik. Metode-metode tersebut dapat menyelesaikan peramalan data pada model-model kompleks yang berhubungan dengan model non linier *time series*. Menurut Lamabelawa (2011), teknik *soft computing* dapat bekerja baik dalam melakukan aproksimasi pada fungsi-fungsi kontinu (*universal approximation*), kemampuan optimasi, dan toleransi ketidakpastian. Logika *fuzzy* sebagai komponen utama pembangun *soft computing* terbukti memiliki kinerja baik yang dapat menyelesaikan masalah-masalah optimasi termasuk peramalan data runtun waktu [7]. Kelebihan dari metode *fuzzy time series* dibandingkan dengan metode peramalan klasik adalah metode *fuzzy time series* tidak membutuhkan asumsi-asumsi sebagaimana peramalan dengan menggunakan metode peramalan klasik. Ada banyak penelitian penelitian terkait dengan peramalan dengan menggunakan *Fuzzy Time Series*, diantaranya adalah oleh Aladag, dkk[1], Chen ([2] dan [3]), Chen dan Hsu[4], Egrioglu[5], Hapsari[6], Olatayo dan Taiwo[10], Singh[12], Sivasamy dan Ama[13], Song dan Chissom ([14], [15], dan [16]), Stevenson dan Porter[17], Tauryawati[18], Tsaur([19] dan [21]), dan Tsaur dan Kuo[21]. Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Olatayo dan Taiwo (2014) dalam jurnalnya yang berjudul “*Statistical Modelling and Prediction of Rainfall Time Series Data*” menyatakan bahwa metode *fuzzy time series* lebih baik dalam peramalan daripada ARIMA karena memiliki RMSE lebih kecil daripada RMSE ARIMA[10]. Salah satu metode peramalan dengan *fuzzy time series* adalah *percentage change fuzzy time series* yang dikemukakan oleh Stevenson dan Porter (2009). Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Lamabelawa (2011) pada data PDB Indonesia, metode *fuzzy time series* Stevenson

Porter lebih baik dalam peramalan dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya termasuk metode peramalan klasik diantaranya adalah ARIMA[7]. Pada penelitian ini, digunakan data konsumsi gas alam Indonesia tahun 1990-2013 untuk mengetahui peramalan terbaik diantara *fuzzy time series* menggunakan perubahan persentase sebagai himpunan semesta (*Universe Discourse*) yang diusulkan oleh Stevenson dan Porter dan *Double Exponential Smoothing Holt*.

2. METODE PENELITIAN

Untuk peramalan dengan menggunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter, metodologinya adalah sebagai berikut[11]:

- Data yang diramalkan adalah data *time series* dengan model $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.
- Hitunglah persentase perubahan data dari tahun ke tahun dengan rumus:

$$d_t = \left(\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \times 100 \right) \% , t = 2, 3, \dots, n.$$

Dimana x_t adalah data pada waktu ke-t
 x_{t-1} adalah data pada waktu ke t-1

- Tentukan himpunan semesta (himpunan semesta) U dengan $U = [LL, UL]$, dimana LL adalah batas bawah yang nilainya dekat lebih kecil dengan persentase perubahan terkecil (minimum) dan UL adalah batas atas yang nilainya dekat lebih besar dari persentase perubahan terbesar (maksimum).
- Bagi himpunan semesta ke dalam beberapa interval yang sama. Kemudian, kelompokkan d_t ke dalam interval yang sesuai dan hitung frekuensi d_t pada masing-masing interval.
- Cacah interval berdasarkan jumlah frekuensi d_t pada masing-masing interval. Pencacahan didasarkan pada frekuensi data terbesar hingga terkecil. Misalkan ada C buah interval, maka interval dengan frekuensi terbesar pertama dibagi C menjadi C buah interval dengan rentang interval yang sama. Untuk interval dengan frekuensi terbesar kedua dibagi C-1 menjadi C-1 buah interval dengan rentang interval yang sama. begitu selanjutnya hingga sampai pada frekuensi terkecil dan tidak dapat dibagi lagi.
- Misalkan ada u_1, u_2, \dots, u_n interval, maka akan ada sebanyak k himpunan *fuzzy* dengan masing-masing interval yang diperoleh melalui pencacahan pada langkah e. sebagai domain himpunan *fuzzy*.
- Definisikan himpunan *fuzzy* A_j dengan $j = 1, 2, \dots, n$. berdasarkan interval yang terbentuk dengan menggunakan fungsi keanggotaan tringular. Kemudian, cari titik tengah pada interval yang diperoleh untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan.
- Meramalkan persentase perubahan data menggunakan fungsi keanggotaan tringular yaitu sebagai berikut [14]:

$$t_j = \begin{cases} \frac{1.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0.5}{a_2}} & , \text{jika } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{0.5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0.5}{a_{j+1}}} & , \text{jika } 2 \leq j \leq n-1 \\ \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{n-1}} + \frac{1}{a_n}} & , \text{jika } j = n \end{cases}$$

Dimana $t = 2, 3, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, n$, a_{j-1} , a_j , a_{j+1} adalah titik tengah dari subinterval u_{j-1}, u_j, u_{j+1} .

- i. Menentukan nilai data berdasarkan hasil peramalan $t_j \rightarrow F(t)$, dimana $F(t)$ adalah nilai peramalan data berdasarkan hasil peramalan persentase perubahan. Rumus $F(t)$ adalah sebagai berikut:

$$F(t) = \left(\frac{t_j}{100} \cdot x_{t-1} \right) + x_{t-1}$$

dimana x_{t-1} = data aktual ke t-1

- j. Untuk peramalan ke t+1, digunakan metode peramalan klasik untuk membangkitkan data peramalan yang digunakan sebagai data aktual untuk peramalan menggunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter. Metode peramalan klasik yang digunakan disesuaikan dengan pola data aktual.
- k. Menghitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan MSE antara data aktual dan hasil peramalan, yaitu dengan rumus masing-masing sebagai berikut:

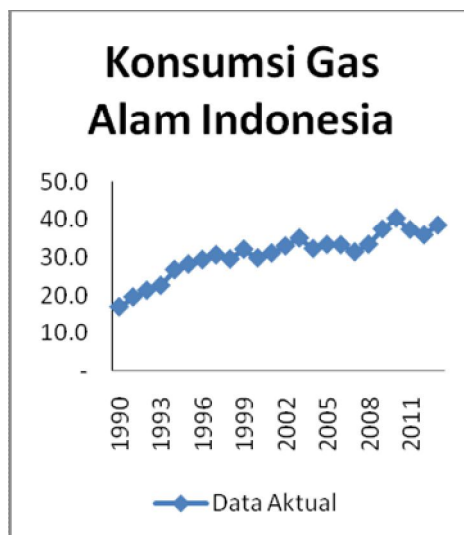
$$\text{MAPE} = \left(\frac{\sum |x_t - F(t)| \cdot 100}{n \cdot x_t} \right) \% , \text{ dan } \text{MSE} = \frac{\sum (x_t - F(t))^2}{n}$$

dimana n = banyaknya data peramalan ke-n.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Plot Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data konsumsi gas alam Indonesia tahun 1990-2013 yang diakses melalui website www.bp.com/stasticalreview [8]. langkah awal dalam peramalan adalah melihat pola data melalui plot. Tujuannya adalah mengetahui metode peramalan klasik yang mana yang baik digunakan dalam peramalan data tersebut. Berikut adalah hasilnya:



Gambar 2. Plot Data Konsumsi Gas Alam Indonesia

Berdasarkan hasil plot pada gambar 2. di atas, dapat dilihat bahwa data mengandung tren. Untuk itu, salah satu peramalan klasik yang baik digunakan adalah metode Pemulusan Eksponensial Ganda Holt (*Double Exponential Smoothing Holt/DES Holt*). Metode ini akan digunakan sebagai pembandingan antara peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* Menggunakan Perubahan Persentase Sebagai *Universe Discourse* yang diusulkan oleh Stevenson dan Porter.

Menentukan Himpunan Semesta (U)

Langkah awal dalam peramalan dengan *fuzzy time series* adalah membentuk himpunan semesta. Pada penelitian ini, digunakan persentase perubahan sebagai pembentuk himpunan semesta (U). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$d_t = \left(\frac{x_t - x_{t-2}}{x_{t-1}} \times 100 \right) \% , t = 2, 3, \dots, n.$$

Misalnya, mencari persentase perubahan data dari tahun 1990 ke 1991. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$d_2 = \left(\frac{x_2 - x_0}{x_1} \times 100 \right) = \left(\frac{19,5 - 16,9}{16,9} \times 100 \right) = 0,15 \%$$

Begitu seterusnya hingga data terakhir. Pada hasil perhitungan, diperoleh persentase perubahan terkecil (minimum) yaitu -0,08 dan persentase perubahan terbesar (maksimum) yaitu 0,18. Batas-batas ini akan digunakan untuk membentuk himpunan semesta U yaitu batas bawah (LL) dan batas atas (UL). LL dihitung dengan mengambil angka lebih kecil tetapi mendekati dari batas bawah. Nilai LL digunakan untuk mempermudah pembentukan interval himpunan *fuzzy* dan agar semua data tidak keluar dari batas himpunan semesta U . Nilai LL yang digunakan dalam penelitian ini adalah -0,10. Begitu juga sebaliknya, untuk UL dibentuk dari angka yang lebih besar tetapi mendekati batas atas. Data yang mendekati 0,18 adalah 0,19. Himpunan semesta U dapat ditulis sebagai berikut:

$$U = (LL, UL) = (-0,10, 0,19)$$

Untuk membentuk interval kelas, maka langkah awal yang dilakukan adalah dengan menghitung banyaknya kelas interval tersebut. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$B = 1 + 3,3 * \log(n)$$

dengan n = banyak data nilai persentase perubahan.

Pada penelitian ini, ada sebanyak 23 data persentase perubahan. Untuk itu, diperoleh banyak kelas adalah

$$B = 1 + 3,3 * \log(23) = 5,4937 \approx 6$$

Selanjutnya, menghitung panjang kelas interval. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{dataterbesar} - \text{dataterkecil}}{B} = \frac{0,18 - (-0,08)}{5,4937} = 0,047955 \approx 0,05$$

Pengelompokan Persentase Perubahan (d_t) Berdasarkan Interval

Pengelompokan data persentase perubahan (d_t) dilakukan dengan melihat data d_t masuk dalam interval mana. Setelah diketahui masuk pada interval yang sesuai, maka data

yang telah dikelompokkan tersebut dihitung frekuensinya masing-masing. Berikut adalah hasilnya:

Tabel 1. Frekuensi d_i pada Interval dan Peringkatnya

| Interval | Frekuensi d_i | Peringkat |
|----------------|-----------------|-----------|
| [-0,10, -0,05] | 4 | 5 |
| [-0,05, 0,00] | 3 | 4 |
| [0,00, 0,04] | 1 | 1 |
| [0,04, 0,09] | 11 | 6 |
| [0,09, 0,14] | 2 | 3 |
| [0,14, 0,19] | 2 | 2 |

Bagi interval berdasarkan peringkat dari data dengan frekuensi terbesar hingga terkecil. Peringkat terbesar diberi angka paling besar hingga seterusnya sampai terkecil diberi angka paling kecil. Sebut saja n = peringkat frekuensi data terbesar. Panjang interval adalah 0,05. Pada interval pertama ada sebanyak 4 data dan berada pada peringkat kedua terbesar, maka interval pertama dibagi menjadi $n-1 = 6 - 1 = 5$ interval dengan panjang interval yang sama yaitu $0,05/5 = 0,010$. Interval kedua ada sebanyak 3 data dan berada pada peringkat ketiga, maka interval kedua dibagi menjadi $n-2 = 6 - 2 = 4$ interval dengan panjang interval yang sama yaitu $0,05/4 = 0,0125$. Begitu seterusnya hingga pada interval terakhir yaitu interval keenam, sehingga total banyaknya interval yang diperoleh adalah sebanyak 21 interval.

Tabel 2. Interval, Himpunan Fuzzy, dan Titik Tengah Interval

| Interval/Domain | Himpunan Fuzzy (Fuzzy Set) | Titik Tengah (a) |
|------------------|-------------------------------|---------------------|
| [-0,100, -0,090] | A1 | -0,0950 |
| [-0,090, -0,080] | A2 | -0,0850 |
| [-0,080, -0,070] | A3 | -0,0750 |
| [-0,070, -0,060] | A4 | -0,0650 |
| [-0,060, -0,050] | A5 | -0,0550 |
| [-0,050, -0,038] | A6 | -0,0438 |
| [-0,038, -0,025] | A7 | -0,0313 |
| [-0,025, -0,013] | A8 | -0,0188 |

| | | |
|-----------------|-----|---------|
| [-0,013, 0,000] | A9 | -0,0063 |
| [0,000, 0,046] | A10 | 0,0230 |
| [0,046, 0,054] | A11 | 0,0501 |
| [0,054, 0,063] | A12 | 0,0584 |
| [0,063, 0,071] | A13 | 0,0667 |
| [0,071, 0,079] | A14 | 0,0751 |
| [0,079, 0,088] | A15 | 0,0834 |
| [0,088, 0,096] | A16 | 0,0917 |
| [0,096, 0,113] | A17 | 0,1042 |
| [0,113, 0,129] | A18 | 0,1209 |
| [0,129, 0,146] | A19 | 0,1376 |
| [0,146, 0,171] | A20 | 0,1584 |
| [0,171, 0,19] | A21 | 0,1834 |

Setelah mendapatkan interval dan himpunan *fuzzy*, maka selanjutnya adalah mencari nilai titik tengah dari masing-masing interval dengan rumus sebagai berikut:

$$a_i = \frac{LL_i + UL_i}{2}$$

dimana LL_i = batas bawah interval ke- i

UL_i = batas atas interval ke- i

Misalnya, interval pada himpunan *fuzzy* A1, dengan interval yaitu [-0,100, -0,090]. Maka a_1 adalah sebagai berikut:

$$a_1 = \frac{LL_1 + UL_1}{2} = \frac{-0,100 + (-0,090)}{2} = -0,0950$$

Begitu seterusnya hingga titik tengah pada interval terakhir yaitu [0,171, 0,196].

Memprediksi Persentase Perubahan Data

Setelah semua nilai titik tengah dari masing-masing interval diperoleh, maka titik tengah a tersebut dapat digunakan untuk memprediksi persentase perubahan dengan fungsi keanggotaan *tringular*[14] sebagai berikut:

$$t_j = \begin{cases} \frac{1.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}} & , \text{jika } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{1}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{1}{a_{j+1}}} & , \text{jika } 2 \leq j \leq n - 1 \\ \frac{1.5}{\frac{1}{a_{n-1}} + \frac{1}{a_n}} & , \text{jika } j = n \end{cases}$$

Misalnya, ingin diprediksi persentase perubahan data pada tahun 1991, maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$t_j = \frac{1.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0.5}{a_2}} = \frac{1.5}{\frac{1}{-0.09950} + \frac{0.5}{-0.09950}} = 0,16.$$

untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan data tahun 1992 (data ke-2), fungsinya adalah sebagai berikut:

$$t_j = \frac{2}{\frac{0.5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0.5}{a_{j+1}}} = \frac{2}{\frac{0.5}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{0.5}{a_3}} = \frac{2}{\frac{0.5}{-0.09950} + \frac{1}{-0.09950} + \frac{0.5}{-0.0750}} = 0,10.$$

Adapun untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan data terakhir yaitu tahun 1993 (data ke-21), fungsinya adalah sebagai berikut:

$$t_j = \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{n-1}} + \frac{1}{a_n}} = \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{20}} + \frac{1}{a_{21}}} = \frac{1.5}{\frac{0.5}{0.1584} + \frac{1}{0.1834}} = 0,07.$$

Menentukan Nilai Data Peramalan

Apabila semua nilai prediksi persentase perubahan data telah diperoleh, maka selanjutnya adalah meramalkan nilai data peramalan ke- t menggunakan nilai prediksi persentase perubahan data (t_j). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$F(t) = \left(\frac{t_j}{100} \cdot x_{t-1}\right) + x_{t-1}$$

Misalnya, ingin diramalkan data pada tahun 1991. Maka, nilai ramalannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$F(1991) = \left(\frac{0,16}{100} \cdot 16,9\right) + 16,9 = 16,95.$$

Untuk peramalan ke $t+1$, digunakan metode peramalan klasik yang sesuai dengan pola data tren, salah satunya adalah *Double Exponential Smoothing Holt* (DES Holt). Untuk peramalan dengan DES Holt, digunakan $\alpha = 0,2$ dan $\gamma = 0,3$. Nilai pemulusan data pada tahun 2013 adalah 38,17, sedangkan nilai pemulusan trennya adalah 0,59. Sehingga diperoleh nilai peramalan untuk tahun 2014 dengan DES Holt adalah:

$F(2014) = S_t + b_t \cdot m = 38,17 + 0,59 \cdot (1) = 38,8$. Maka hasil peramalan tahun 2014 adalah:

$$F(2014) = \left(\frac{-0,08}{100} \cdot 38,8\right) + 38,8 = 38,4$$

Pengukuran Kesalahan Peramalan

Ada beberapa pengukuran kesalahan yang digunakan untuk mengetahui seberapa baik hasil peramalan yang dilakukan. Dua diantaranya yang banyak digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE). Perhitungan MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{\sum \left|\frac{x_t - F(t)}{x_t} \cdot 100\right|}{n}\right) = \left(\frac{(19,5 - 16,95) \cdot 100}{23}\right) + \dots + \left(\frac{(38,4 - 35,84) \cdot 100}{23}\right) = 6,56$$

Sedangkan perhitungan MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum (x_t - F(t))^2}{n} = \frac{(19,5 - 16,95)^2}{23} + \dots + \frac{(38,4 - 35,84)^2}{23} = 4,93$$

Adapun hasil analisis secara lengkap dapat dilihat pada tabel 3. berikut ini:

Tabel 3. Hasil Analisis Secara Lengkap

| Tahun | X_t | d_t | Fuzzy Set | t_j | F(t) | APE | SE |
|-------|-------|--------|-----------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 1990 | 16,9 | - | - | - | - | - | - |
| 1991 | 19,5 | 0,151 | A20 | 0,16 | 16,95 | 12,99 | 6,4 |
| 1992 | 21,2 | 0,091 | A17 | 0,10 | 19,50 | 8,21 | 3,0 |
| 1993 | 22,5 | 0,061 | A12 | 0,06 | 21,25 | 5,67 | 1,6 |
| 1994 | 26,7 | 0,184 | A21 | 0,17 | 22,57 | 15,41 | 16,9 |
| 1995 | 28,1 | 0,0545 | A12 | 0,06 | 26,70 | 5,11 | 2,1 |
| 1996 | 29,3 | 0,041 | A10 | -0,08 | 28,12 | 4,01 | 1,4 |
| 1997 | 30,6 | 0,043 | A10 | -0,08 | 29,27 | 4,20 | 1,6 |
| 1998 | 29,5 | -0,036 | A7 | -0,03 | 30,54 | 3,69 | 1,2 |
| 1999 | 32,0 | 0,087 | A15 | 0,08 | 29,48 | 7,90 | 6,4 |
| 2000 | 29,7 | -0,071 | A3 | -0,07 | 31,99 | 7,55 | 5,0 |
| 2001 | 31,0 | 0,043 | A10 | -0,08 | 29,72 | 4,19 | 1,7 |
| 2002 | 32,9 | 0,060 | A12 | 0,06 | 31,04 | 5,59 | 3,4 |
| 2003 | 35,0 | 0,064 | A13 | 0,07 | 32,90 | 5,92 | 4,3 |
| 2004 | 32,2 | -0,079 | A3 | -0,07 | 34,94 | 8,52 | 7,5 |
| 2005 | 33,2 | 0,033 | A10 | -0,08 | 32,18 | 3,23 | 1,2 |
| 2006 | 33,2 | -0,002 | A9 | -0,01 | 33,25 | 0,18 | 0,0 |
| 2007 | 31,3 | -0,056 | A5 | -0,05 | 33,17 | 5,89 | 3,4 |
| 2008 | 33,3 | 0,0633 | A13 | 0,07 | 31,34 | 5,89 | 3,8 |
| 2009 | 37,4 | 0,122 | A18 | 0,12 | 33,34 | 10,77 | 16,2 |
| 2010 | 40,3 | 0,078 | A14 | 0,07 | 37,40 | 7,18 | 8,4 |
| 2011 | 37,3 | -0,075 | A3 | -0,07 | 40,26 | 8,02 | 8,9 |
| 2012 | 35,8 | -0,039 | A6 | -0,04 | 37,25 | 4,02 | 2,1 |
| 2013 | 38,4 | 0,073 | A14 | 0,07 | 35,84 | 6,73 | 6,7 |
| 2014 | 38,76 | 0,009 | A10 | -0,08 | 38,39 | 0,94 | 0,1 |
| | | | | | MAPE | 6,33 | |
| | | | | | | MSE | 4,73 |

Keterangan:

X_t = Data Aktual ke-t

F(t) = Data Peramalan ke-t

d_t = Persentase Perubahan (%)

t_j = Prediksi Persentase Perubahan (%)

APE = *Absolute Percentage Error*

SE = *Square Error*

Untuk mengetahui keakuratan hasil peramalan dengan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter di atas, maka perlu adanya pembandingan dengan salah satu peramalan yang

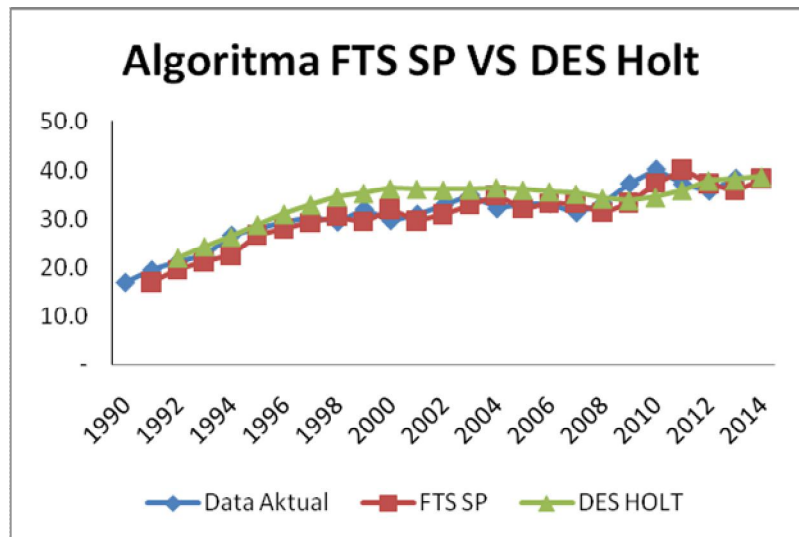
dalam hal ini digunakan salah satu metode peramalan klasik. Data yang digunakan adalah data yang mengandung tren, maka metode peramalan klasik yang baik digunakan salah satunya adalah *Double Exponential Smoothing Holt* (DES HOLT). Berikut ini adalah hasil pengukuran kesalahannya:

Tabel 4. Perbandingan Pengukuran Kesalahan Metode FTS PP dan DES HOLT

| Pengukuran Kesalahan | Algoritma FTS Stevenson dan Porter | DES HOLT |
|----------------------|------------------------------------|----------|
| MAPE | 6,33 | 9,39 |
| MSE | 4,73 | 12,03735 |

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 4. di atas, dapat dilihat bahwa metode peramalan dengan menggunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter lebih baik dibandingkan dengan metode peramalan *Double Exponential Smoothing Holt* (DES HOLT). Di mana nilai MAPE dan MSE dari Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter yaitu masing-masing sebesar 6,33 dan 4,73 lebih kecil dibandingkan dengan MAPE dan MSE pada *Double Exponential Smoothing Holt* (DES HOLT) yaitu masing-masing sebesar 9,39 dan 12,03735.

Berikut ini adalah plot perbandingan peramalan dengan menggunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter dan *Double Exponential Smoothing Holt* (DES HOLT)



Gambar 3. Perbandingan Peramalan Menggunakan Algoritma FTS SP dan DES Holt

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, digunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter untuk peramalan. Perbandingnya adalah salah satu metode peramalan klasik yaitu *Double Exponential Smoothing Holt*. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa peramalan

dengan menggunakan Algoritma *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter lebih baik dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing Holt* dengan nilai MAPE dan MSE masing-masing sebesar 6,33 dan 4,73 untuk data konsumsi gas alam Indonesia tahun 1990-2013. Untuk peramalan ke $t+1$ yaitu 2014, diperoleh hasil peramalan sebesar 38,39.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aladag, C. H., U. Yolcu dan E. Egrioglu. 2010. *A high order fuzzy time series forecasting model based on adaptive expectation and artificial neural networks*. Mathematics and Computers in Simulation. 81: 875–882.
- [2] Chen, S. M.. 1996. *Forecasting enrollments based on fuzzy time series*. Fuzzy Sets and Systems. 81: 311-319.
- [3] Chen, S. M.. 2000. *Temperature Prediction using Fuzzy Time Series*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B: Cybernetics. 30: 263-275.
- [4] Chen, S. M. dan C. C. Hsu. 2004. *A New Method to Forecast Enrollments Using Fuzzy Time Series*. International Journal of Applied Science and Engineering. 3: 234-244.
- [5] Egrioglu, E.. 2014. *A New Fuzzy Time Series Method Based On Artificial Bee Colony Algorithm*. Turkish Journal of Fuzzy Systems. 5: 59-77.
- [6] Hapsari, Heni. 2011. *Aplikasi Fuzzy Inference System Metode Mamdani Untuk Pemilihan Jurusan Diperguruan Tinggi (Studi Kasus SMA N 1 Kutowinangun Kebumen)*. [Skripsi]. Yogyakarta. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- [7] Lamabelawa, M. I. J.. 2011. *Metode Fuzzy Time Series untuk Peramalan Data Runtun Waktu (Studi kasus: Produk Domestik Bruto Indonesia)*. [Tesis]. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- [8] BP. 2014. *BP Statistical Review of World Energy*. www.bp.com/stisticalreview. (Diakses Pada Tanggal 20 Desember 2014).
- [9] Makridakis S, Steven C, Wheelwright, Victor E and Mc Gee, 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid I. Edisi Kedua*. Binarupa Aksara: Jakarta.
- [10] Olatayo, T.O. dan A.I. Taiwo. 2014. *Statistical Modelling and Prediction of Rainfall Time Series Data*. Global Journal of Computer Science and Technology:G Interdisciplinary. 14:1-10.

- [11] Puspitasari, E., L. Linawati dan H. A. Parhusip. 2012. *Peramalan Persentase Perubahan Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Fuzzy Time Series*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VII UKSW. 223-229.
- [12] Singh, S. R.. 2007. *A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting*. Cybernetics and System: An Int. Journal. 38: 305-321.
- [13] Sivasamy, R. dan N. O. Ama. 2014. *Mixed Average-Based Fuzzy Time Series Models For Forecasting Future Civilian Fatalities By Terrorist Attacks In South Asia*. International Journal of Physics and Mathematical Sciences. 4: 20-25.
- [14] Song, Q. dan B. S. Chissom. 1993a. *Fuzzy time series and its models*. Fuzzy Sets and systems. 54: 269-277.
- [15] Song, Q. dan B. S. Chissom. 1993b. *Forecasting enrollments with fuzzy time series: Part I*. Fuzzy Sets and systems. 54: 1-9.
- [16] Song, Q. dan B. S. Chissom. 1994. *Forecasting enrollments with fuzzy time series: Part II*. Fuzzy Sets and systems. 62: 1-8.
- [17] Stevenson, M. dan J. E. Porter. 2009. *Fuzzy time series forecasting using percentage change as the universe of discourse*. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. 55: 154-157.
- [18] Tauryawati, M. L. dan M. I. Irawan. 2014. *Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG*. Jurnal Sains Dan Seni Pomits. 3: 34-39.
- [19] Tsaur, R. C.. 2011. *A Fuzzy Time Series Markov Chain Model With An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar*. ICIC International. 8: 4931-4942.
- [20] Tsaur, R. C.. 2014. *Residual Analysis Using Fourier Series Transform In Fuzzy Time Series Model*. Iranian Journal of Fuzzy Systems. 11: 43-54.
- [21] Tsaur, R.C. dan T. C. Kuo. 2014. *Tourism Demand Forecasting Using A Novel High-Precision Fuzzy Time Series Model*. International Journal of Innovative Computing, Information and Control. 10: 695-701.