

Received: 2 September 2019

Revised: 2 Oktober 2019

Accepted: 7 Oktober 2019

Published: 30 Desember 2019

PERAMALAN PRODUK DOMESTIK BRUTO (PDB) INDUSTRI PENGOLAHAN NONMIGAS DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES*

Enka Rosita Dewi^{1, a)}, Ibnu Hadi^{1, b)}¹Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri JakartaEmail: ^{a)}enkarositadewi@gmail.com, ^{b)}ibnu_hadi@unj.ac.id

Abstract

Fuzzy Time Series is a time series forecasting method with fuzzy principle as the basis. The purpose of this paper is forecasting the GDP of non oil and gas processing industry in Indonesia start from third quarter of 2019 until fourth quarter of 2020 using Fuzzy Time Series Method modified by Stevenson-Porter. The data of GDP non oil and gas processing industry constant prices of year 2010 from first quarter of 2010 until second quarter of 2019 is used in this paper. Fuzzy Time Series modified by Stevenson-Porter method can only forecast data to t , so another classic forecasting method is needed to forecast data to $t+1$ until $t+n$. In this case, forecasting will be done in advance with ARIMA model to obtain the data. The Fuzzy Time Series method on actual data plus forecast result from the ARIMA model have a smaller error rate MAPE is 0,133354 compared only by using ARIMA model is 0,862131.

Keywords: Forecasting, Gross Domestic Product, Fuzzy Time Series, ARIMA

Abstrak

Fuzzy Time Series merupakan metode peramalan data runtun waktu dengan prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Pada penelitian ini, akan dilakukan penghitungan peramalan nilai PDB industri pengolahan nonmigas di Indonesia triwulan III tahun 2019 sampai dengan triwulan IV tahun 2020 dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* hasil modifikasi Stevenson-Porter. Data yang digunakan pada makalah ini yaitu data PDB industri pengolahan nonmigas atas dasar harga konstan tahun 2010 mulai dari triwulan I tahun 2010 sampai dengan triwulan II tahun 2019. Metode *Fuzzy Time Series* Stevenson-Porter hanya dapat bisa meramalkan data ke- t , sehingga perlu metode peramalan klasik lain untuk meramalkan data ke- $t+1$ hingga $t+n$. Dalam hal ini akan dilakukan peramalan terlebih dahulu dengan model ARIMA untuk memperoleh data tersebut. Penerapan metode *Fuzzy Time Series* pada data aktual ditambah data hasil peramalan dari model ARIMA menunjukkan nilai eror MAPE yang lebih kecil yaitu 0,133354 dibandingkan hanya dengan menggunakan model ARIMA yaitu 0,862131.

Kata-kata kunci: Peramalan, Produk Domestik Bruto, *Fuzzy Time Series*, ARIMA

PENDAHULUAN

Salah satu indikator penting dalam mengukur kondisi suatu negara khususnya kondisi ekonomi dalam suatu periode tertentu adalah data Produk Domestik Bruto (PDB). Produk Domestik Bruto (PDB) didefinisikan sebagai jumlah total produk berupa barang dan jasa yang dihasilkan oleh unit produksi dalam batas wilayah suatu negara baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. PDB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga pada tahun berjalan, sedangkan PDB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar.

Kontribusi terbesar pada pembentukan PDB adalah industri pengolahan nonmigas. Sehingga, melalui gambaran umum PDB industri nonmigas diharapkan dapat mewakili kondisi ekonomi Indonesia masa kini dan untuk masa yang akan datang membutuhkan suatu proses yaitu proses peramalan. Data yang digunakan untuk peramalan ini adalah data historis PDB industri nonmigas. Data historis PDB industri nonmigas merupakan data berurutan yang berjarak sama yaitu dihitung tiap triwulan sehingga data PDB dapat disebut sebagai data *time series*. Dalam meramalkan menggunakan data *time series*, dibutuhkan teknik peramalan yang baik. Tujuan utama proses peramalan adalah mengurangi ketidakpastian dan membuat perkiraan lebih baik dari apa yang terjadi di masa mendatang. Untuk itu, diperlukan sistem peramalan yang tepat dan akurat agar lembaga pemerintahan mampu mengantisipasi dan membuat keputusan yang tepat pada kejadian yang akan datang. Dalam akumulasi data PDB ini tidak selalu dalam bentuk yang jelas.

Ketidakpastian keadaan suatu negara seperti pada saat hari-hari besar dan bencana alam dapat menjadi faktor yang memengaruhi ketidakpastian tersebut. Dengan adanya ketidakpastian tersebut, bilangan *fuzzy* menjadi alternatif yang sangat sesuai untuk menyatakan ketidakpastian tersebut. Metode peramalan dengan menggunakan bilangan *fuzzy* adalah salah satu metode yang memiliki tingkat keakuratan yang tinggi berdasarkan nilai eror yang mendekati 0%. Peramalan dengan metode *fuzzy* untuk data *time series* dikenal sebagai *fuzzy time series*. *Fuzzy time series* pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom yang diterapkan dalam konsep logika *fuzzy* untuk mengembangkan dasar dari *fuzzy time series* (Song, 1993). Sejak saat itu, banyak metode *fuzzy time series* yang diusulkan oleh peneliti lainnya seperti: *fuzzy time series* model *markov chain* (Sullivan, 1994), metode *fuzzy time series* baru dalam peramalan data penerimaan mahasiswa baru Universitas Alabama (Chen dan Hsu, 2004), pendekatan *fuzzy metric* untuk peramalan *fuzzy time series* (Jilani dkk, 2007), dan multiple-atribut metode *fuzzy time series* (Cheng, 2008). Pada penelitian ini akan digunakan metode *fuzzy time series* modifikasi Meredith Stevenson dan John E. Porter (Stevenson, 2009) yaitu dengan model persentase perubahan untuk meramalkan data PDB industri pengolahan nonmigas triwulanan dan menghitung tingkat akurasi peramalan dengan kriteria nilai MAPE yang sangat kecil.

METODE

Metode *Fuzzy Time Series* Stevenson-Porter

Metode *Fuzzy Time Series* modifikasi Meredith Stevenson dan John E. Porter merupakan metode untuk meramalkan model data *time series* dimana membutuhkan input data $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ dan yang akan diramalkan adalah persentase perubahan antara 2 data yang berturutan, yaitu $D = (d_1, d_2, d_3, \dots, d_n)$ kemudian dibuat *Fuzzy Time Series* $A_i, i=1,2,\dots,k$ dengan menggunakan fungsi keanggotaan triangular. *Fuzzy Time Series* yang terbentuk akan diramalkan persentase perubahan datanya. Terdapat beberapa tahap dalam proses peramalan dengan metode ini yaitu tahap pembentukan model, fuzzifikasi, defuzzifikasi, tahap peramalan data, dan penghitungan kesalahan peramalan.

Fuzzifikasi

Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaan 0 sampai 1. Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya mengubah besaran tegas menjadi besaran *fuzzy*, himpunan *fuzzy* yang akan digunakan untuk tahap defuzzifikasi sebelumnya dilakukan pencarian nilai tengah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a_i = \frac{LLi + ULi}{2} \tag{1}$$

dengan *LLi* merupakan batas bawah interval ke-I dan *ULi* adalah batas atas interval ke-*i*

Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah cara untuk memperoleh nilai tegas (*crisp*) dari himpunan *fuzzy*. Defuzzifikasi data menggunakan rumus berikut.

$$t_j = \begin{cases} \frac{1.5}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{0.5}{\alpha_2}} & , \text{ untuk } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{0.5}{\alpha_{j-1}} + \frac{1}{\alpha_j} + \frac{1.5}{\alpha_{j+1}}} & , \text{ untuk } 2 \leq j \leq n - 1 \\ \frac{1.5}{\frac{0.5}{\alpha_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_n}} & , \text{ untuk } j = n \end{cases} \tag{2}$$

dengan a_{j-1}, a_j, a_{j+1} adalah titik tengah interval *fuzzy* X_{j-1}, X_j, X_{j+1} dan t_j merupakan peramalan persentase perubahan data dari tahun ke tahun.

Menentukan nilai data berdasarkan hasil ramalan $t_j \rightarrow X_t$ dengan X_t adalah persentase perubahan data hasil peramalan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F_i = \left(\frac{t_j}{100} \times X_{t-1} \right) + X_{t-1} \tag{3}$$

Pengukuran Kesalahan Peramalan

Kesalahan peramalan (*error*) merupakan ukuran seberapa baik kinerja suatu model peramalan yang digunakan dengan membandingkan nilai hasil peramalan dari model tersebut dengan data aktual. Semakin kecil nilai kesalahan peramalan maka dapat dikatakan metode peramalan yang digunakan semakin baik. Alternatif untuk mengukur kesalahan dapat dilakukan dengan menghitung *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - F_i)^2 \tag{4}$$

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{(X_i - F_i)}{X_i} \right| \times 100\%}{n} \quad (5)$$

Sumber Data

Data diperoleh dari Kementerian Perindustrian divisi Pusat Data dan Informasi mengenai data PDB Industri Pengolahan Nonmigas Indonesia tahun 2010 – 2019

Tahapan Penelitian

Dari 38 data akan dibuat model prediksi dengan menggunakan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Meredith Stevenson dan John E. Porter dengan langkah sebagai berikut:

1. Transformasi data kedalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus

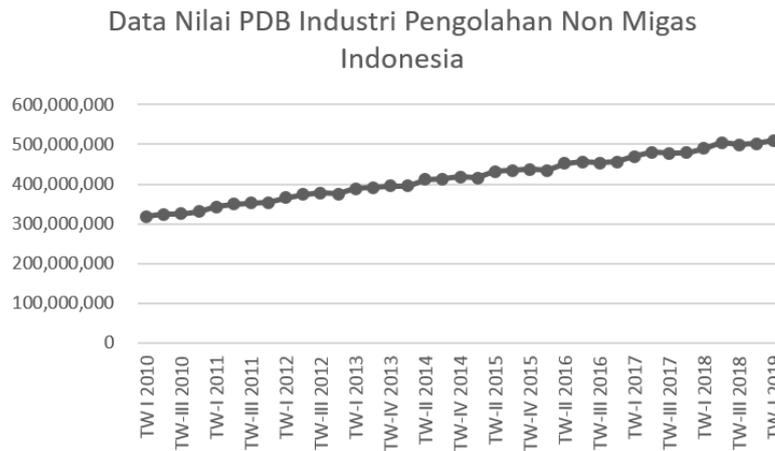
$$d_i = \frac{t_j - t_{j-1}}{t_{j-1}} \times 100\%$$

2. Mendefinisikan himpunan semesta $U = [D_{\min}; D_{\max}]$ membaginya menjadi interval-interval $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ dengan panjang yang sama dengan menggunakan Kaidah Sturges.
3. Menemukan sebaran perubahan persentase pertumbuhan PDB dari triwulan ke triwulan berikutnya dengan mensortir data ke dalam interval yang sudah ditentukan.
4. Mendefinisikan masing-masing himpunan *fuzzy* berdasarkan interval yang sudah dibagi-bagi dan memfuzzikan data historis pertumbuhan PDB.
5. Defuzzifikasi data *fuzzy* dengan menggunakan formula peramalan *fuzzy time series* hasil modifikasi Meredith Stevenson dan John E. Porter.
6. Mengubah persentase hasil peramalan kedalam bentuk angka kembali dan menentukan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dan *Mean Square Error (MSE)* untuk melihat tingkat keakuratan metode peramalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pembentukan Model

Peramalan dengan metode *fuzzy time series* hanya dapat meramalkan data ke- t , sehingga apabila ingin meramalkan data ke $t+1, t+2$, sampai $t+n$ dibutuhkan metode peramalan klasik terdahulu. Peramalan yang dilakukan untuk mengetahui nilai x_{t+1} sampai x_{t+6} digunakan model peramalan klasik yaitu model ARIMA. Model ARIMA ini digunakan karena data mengandung *trend* naik seperti pada plot data berikut.



GAMBAR 1. Plot Data PDB Industri Pengolahan Nonmigas di Indonesia

Setelah dilakukan analisis model ARIMA dari data tersebut, didapatkan model yaitu model ARIMA(3,2,1). Nilai peramalan yang didapatkan untuk x_{t+1} yaitu periode triwulan III tahun 2019 sampai x_{t+6} periode triwulan IV tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 3 kolom 2 dengan nilai kesalahan peramalan MSE sebesar 27,518,400,000,000 dan nilai kesalahan peramalan MAPE sebesar 0.862131. Kemudian dari 38 data akan dibuat model prediksi. Untuk tahap pembentukan model terlebih dahulu dilakukan transformasi data menjadi persentase perubahan data dengan rumus transformasi data. Selanjutnya adalah menentukan himpunan semesta $U = [D_{\min}; D_{\max}]$. Untuk mendefinisikan himpunan semesta maka terlebih dahulu mencari banyaknya selang interval. Dalam menentukan banyaknya selang yang akan digunakan rumus *Sturges*.

$$K_{\text{interval}} = 1 + 3.322 \log(N_{\text{data}})$$

didapat banyaknya selang berjumlah 6 selang interval. Dari seluruh data yang ada dapat dinyatakan himpunan Semesta $U = [-1.07\%; 3.98\%]$, dengan lebar masing-masing interval setelah dibagi 6 interval didapat sebagai berikut.

$$U_1 = [-1.07\%; -0.23\%], U_2 = [-0.23\%; 0.61\%], U_3 = [0.61\%; 1.45\%]$$

$$U_4 = [1.45\%; 2.29\%], U_5 = [2.29\%; 3.13\%], U_6 = [3.13\%; 3.98\%]$$

Kemudian masing-masing interval ditentukan frekuensinya dan ditentukan jumlah subinterval dengan memberi peringkat sesuai jumlah data dimana peringkat terbesar dimulai dari interval dengan jumlah data terbesar sampai terkecil.

TABEL 1. Frekuensi Kepadatan Data Berdasarkan Distribusi Perubahan Persentase

Selang ke-	Interval	Jumlah Data	Jumlah Sub Interval
1	[-1.07%; -0.23%]	6	3
2	[-0.23%; 0.61%]	8	4
3	[0.61%; 1.45%]	6	3
4	[1.455; 2.29%]	4	1
5	[2.29%; 3.13%]	5	2
6	[3.13%; 3.98%]	6	3

Terdapat 6 peringkat yang dihasilkan, untuk interval peringkat ke-2 dibagi menjadi 2 subinterval yang sama besar, interval dengan peringkat ke-3 dibagi menjadi 3 subinterval yang sama besar, demikian seterusnya hingga interval peringkat ke-6 dibagi menjadi 6 subinterval yang sama besar. Sehingga akhirnya subinterval yang terbentuk adalah 16 subinterval.

Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Dari 16 subinterval tersebut akan menjadi domain untuk himpunan *fuzzy* A_i yang terbentuk dengan fungsi keanggotaan triangular. Kemudian cari titik tengah pada interval yang diperoleh untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan seperti yang terlihat pada Tabel 2. Selanjutnya adalah defuzzifikasi data *fuzzy* dengan menggunakan persamaan (2) untuk mengetahui nilai peramalan persentase perubahan data t_j . Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Interval Fuzzy Menggunakan Kepadatan Frekuensi Berdasarkan Pembagian

Himpunan Fuzzy	Interval	Nilai Tengah	Lebar Interval	Linguistik	t_j
A ₁	[-1.07; -0.79]	-0.93	0.28	a ₁	-0.81
A ₂	[-0.79; -0.51]	-0.65	0.28	a ₂	-0.58
A ₃	[-0.51; -0.23]	-0.37	0.28	a ₃	-0.27
A ₄	[-0.23; -0.02]	-0.13	0.21	a ₄	-0.58
A ₅	[-0.02; 0.19]	0.09	0.21	a ₅	0.21
A ₆	[0.19; 0.40]	0.30	0.21	a ₆	0.19
A ₇	[0.40; 0.61]	0.51	0.21	a ₇	0.46
A ₈	[0.61; 0.89]	0.75	0.28	a ₈	0.71
A ₉	[0.89; 1.17]	1.03	0.28	a ₉	0.99
A ₁₀	[1.17; 1.45]	1.31	0.28	a ₁₀	1.32
A ₁₁	[1.45; 2.29]	1.87	0.84	a ₁₁	1.79
A ₁₂	[2.29; 2.71]	2.50	0.42	a ₁₂	2.38
A ₁₃	[2.71; 3.13]	2.92	0.42	a ₁₃	2.88
A ₁₄	[3.13; 3.41]	3.27	0.28	a ₁₄	3.24
A ₁₅	[3.41; 3.69]	3.55	0.28	a ₁₅	3.54
A ₁₆	[3.69; 3.98]	3.84	0.28	a ₁₆	3.74

Peramalan

Selanjutnya untuk mencari nilai peramalan persentase perubahan data (t_j) dapat menggunakan persamaan (2) dan hasil yang diperoleh seperti pada Tabel 3 kolom 5. Apabila semua nilai prediksi persentase perubahan data telah diperoleh, maka selanjutnya adalah meramalkan nilai data peramalan ke- i (F_i) menggunakan nilai prediksi persentase perubahan data (t_j) dengan menggunakan persamaan (3).

Untuk peramalan ke $t+1, t+2$, sampai dengan $t+6$ digunakan model pendahulu yaitu model peramalan klasik ARIMA(3,2,1). Hasil nilai peramalan F_i dapat dilihat pada Tabel 3 kolom 6. Kemudian dilakukan penghitungan nilai kesalahan peramalan *error* dengan MSE dan MAPE dengan persamaan (4) dan (5). Didapat hasil MSE sebesar 532,843,949,117 dan MAPE sebesar 0.133354.

TABEL 3. Hasil Peramalan

Periode	X_t	d_i	A_i	t_j	F_i
TW-I 2010	311,629,446	-	-	-	-
TW -II 2010	318,492,196	2.20	A ₁₁	1.79	317,207,613
TW-III 2010	324,139,701	1.77	A ₁₁	1.79	324,193,206
TW-IV 2010	324,677,261	0.17	A ₅	0.21	324,820,394
TW-I 2011	330,619,228	1.83	A ₁₁	1.79	330,488,984
TW-II 2011	343,015,010	3.75	A ₁₆	3.74	342,984,387
TW-III 2011	348,918,163	1.72	A ₁₁	1.79	349,154,978
TW-IV 2011	351,847,100	0.84	A ₈	0.71	351,395,482
TW-I 2012	353,070,739	0.35	A ₆	0.19	352,515,610

TW-II 2012	365,321,815	3.47	A ₁₅	3.54	365,569,444
TW-III 2012	374,182,868	2.43	A ₁₂	2.38	374,016,474
TW-IV 2012	377,755,985	0.95	A ₉	0.99	377,887,278
TW-I 2013	374,579,971	-0.84	A ₁	-0.81	374,696,162
TW-II 2013	389,208,894	3.91	A ₁₆	3.74	388,589,262
TW-IV 2013	390,915,185	0.44	A ₇	0.46	390,999,255
TW-I 2014	395,807,904	1.25	A ₁₀	1.32	396,075,266
TW-II 2014	395,223,351	-0.15	A ₄	-0.58	393,512,218
TW-III 2014	410,970,557	3.98	A ₁₆	3.74	410,004,704
TW-IV 2014	413,314,868	0.57	A ₇	0.46	412,861,022
TW-I 2015	417,997,146	1.13	A ₉	0.99	417,406,685
TW-II 2015	416,017,208	-0.47	A ₃	-0.27	416,868,554
TW-III 2015	432,438,022	3.95	A ₁₆	3.74	431,576,252
TW-IV 2015	435,130,741	0.62	A ₈	0.71	435,508,332
TW-I 2016	436,635,057	0.35	A ₆	0.19	435,957,490
TW-II 2016	434,797,850	-0.42	A ₃	-0.27	435,456,143
TW-III 2016	452,072,247	3.97	A ₁₆	3.74	451,059,290
TW-III 2016	455,899,448	0.85	A ₈	0.71	455,281,959
TW-IV 2016	453,715,234	-0.48	A ₃	-0.27	454,668,520
TW-I 2017	455,683,475	0.43	A ₇	0.46	455,802,324
TW-II 2017	469,833,082	3.11	A ₁₃	2.88	468,807,159
TW-III 2017	480,955,533	2.37	A ₁₂	2.38	481,015,110
TW-IV 2017	477,144,501	-0.79	A ₂	-0.58	478,165,991
TW-I 2018	478,835,877	0.35	A ₆	0.19	478,051,076
TW-II 2018	489,908,014	2.31	A ₁₂	2.38	490,232,171
TW-III 2018	505,100,800	3.10	A ₁₃	2.88	504,017,364
TW-IV 2018	499,691,601	-1.07	A ₁	-0.81	501,009,484
TW-I 2019	501,807,339	0.42	A ₇	0.46	501,990,182
TW-II 2019	509,382,056	1.51	A ₁₁	1.79	510,789,690
TW-III 2019	525,673,980	3.20	A₁₄	3.24	525,886,035
TW-IV 2019	521,554,449	-0.78	A₂	-0.58	522,625,071
TW-I 2020	522,266,475	0.14	A₅	0.21	522,649,714
TW-II 2020	528,924,595	1.27	A₁₀	1.32	529,160,393
TW-III 2020	545,660,411	3.16	A₁₄	3.24	546,061,751
TW-IV 2020	542,953,639	-0.50	A₃	-0.27	544,187,128

keterangan:

X_t = data periode ke-t

d_i = persentase perubahan data

A_i = himpunan *fuzzy*

t_j = peramalan persentase perubahan data

F_i = nilai ramalan data ke-i

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Metode *Fuzzy Time Series* Stevenson-Porter hanya bisa meramalkan data ke- t , sehingga digunakan model klasik ARIMA untuk meramalkan data ke- $t + 1$ sampai $t+6$. Dari model klasik ARIMA didapatkan MAPE sebesar 0.862131 dan MSE sebesar 27,518,400,000,000. Dari metode *Fuzzy Time Series* didapatkan MAPE sebesar 0.133354 dan MSE sebesar 532,843,949,117. Oleh karena itu, metode peramalan *fuzzy time series* terbukti menjadi metode yang cocok dalam mengatasi ketidakpastian dengan mengubah kedalam bilangan *fuzzy* dan memberikan hasil peramalan yang cukup baik dan akurat dilihat dari nilai MAPE dan MSE nya yang lebih kecil dari model ARIMA dan mendekati 0%.

Dengan menerapkan metode *fuzzy time series* pada masalah peramalan diperoleh hasil peramalan nilai PDB Industri Pengolahan Nonmigas periode triwulan III tahun 2019, triwulan IV tahun 2019, sampai dengan triwulan IV tahun 2020 berturut-turut adalah 525,886,035 juta Rupiah, 522,625,071 juta Rupiah, 522,649,714 juta Rupiah, 529,160,393 juta rupiah, 546,061,751 juta rupiah, 544,187,128 juta rupiah. Hasil peramalan dapat dilihat mengalami kenaikan dan penurunan pada periode tertentu. Hal ini dapat menjadi gambaran awal institusi pemerintahan dalam mengkaji dan mengatur melalui kebijakan-kebijakan agar seluruh komponen PDB mendukung pertumbuhan ekonomi negara Indonesia di masa mendatang.

Saran

Hal yang disarankan untuk peneliti selanjutnya adalah dapat menggunakan metode peramalan klasik seperti *Double Exponential Smoothing Holt* dan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* modifikasi yang lain seperti modifikasi Chen sebagai perbandingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada bidang Basis Data Pusat Data Informasi Kementerian Perindustrian atas ketersediaan data dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Azmiyati, Sarah. (2015) 'Peramalan Jumlah TBS Kelapa Sawit Dengan Metode Fuzzy Time Series', *Jurnal PASTI*, 8.
- Chen, S. M. (1996) 'Forecasting enrollments based on fuzzy time series', *Fuzzy Sets and Systems*, 81(3), pp.311-319.
- Hasbiollah, M. and Hakim, R.B. (2015) 'Peramalan Konsumsi Gas Indonesia Menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Stevenson Porter', *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*, pp. 508-518.
- Nurmalitasari. (2014) 'Peramalan Jumlah Pendaftar Calon Mahasiswa STMIK Duta Bangsa Menggunakan Metode Fuzzy Invariant Fuzzy Time Series', *DutaCom Journal*, 8(1).
- Puspitasari, E., Linawati, L. and Parhusip, H.A. (2012) 'Peramalan Persentase Perubahan Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Fuzzy Time Series', *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VII UKSW*, pp. 223-229.
- Song, Q. and Chissom, B.S. (1994) 'Forecasting enrollments with fuzzy time series-Part II. *Fuzzy sets and systems*', 62(1), pp.1-8.
- 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, pp.154- 157.

Wanayasa, I.G.N.A., Kencana, I.P.E.N. and Nilakusumawati, D.P.E. (2012) 'Peramalan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Bali dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series', *E-Jurnal Matematika*, 1, pp.12-19.