

Pemodelan Metode *Fuzzy Time Series* Stevenson-Porter pada Nilai Peramalan Ekspor Non-Migas di Indonesia

Muhammad Rofiq Firdaus*, Suwanda

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*rofiqfir69@gmail.com, idris100358@gmail.com

Abstract. Forecasting is the science of predicting events in the future, There are several kinds of methods used to project forecasting, since Zadeh's pioneering work in 1965, Fuzzy set theory has been applied to various fields. including Fuzzy Time Series, Fuzzy Time Series methods have been proven to improve classical forecasting methods such as handling data fluctuations, inappropriate environments, subjectivity uncertainty in data. By having the privilege of not requiring the fulfillment of special assumptions. This method was developed by Meredith Stevenson and John E. Porter. This research uses the "Fuzzy Time Series Algorithm Using Percentage Change as the Universe of Discourse" forecasting method proposed by Stevenson and Porter. The data component required for research using this method is trend data. In its application, research using Fuzzy Time Series Stevenson Porter forecasting results in a forecasting value of 276,193.25 million US dollars with the calculation of the error value using MAPE getting a result of 36.17% for the Stevenson Porter fuzzy time series method in modeling Indonesia's non-oil and gas export forecasting.

Keywords: *Ekspor, Fuzzy Time Series, MAPE Migas.*

Abstrak. Peramalan (forecasting) adalah ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa yang akan datang, Terdapat beberapa macam metode yang digunakan untuk memproyeksikan peramalan, sejak karya perintis Zadeh pada tahun 1965, teori himpunan Fuzzy telah diterapkan kedalam berbagai bidang. diantaranya Fuzzy Time Series, metode Fuzzy Time Series telah terbukti dapat memperbaiki metode peramalan klasik seperti menangani fluktuasi data, lingkungan yang tidak tepat, ketidakpastian subjektivitas dalam data. Dengan memiliki keistimewaan tidak memutuhkan pemenuhan asumsi khusus. Metode ini salah satunya dikembangkan Meredith Stevenson dan John E.Porter. Penelitian ini menggunakan metode peramalan Algoritma "Fuzzy Time Series Menggunakan Perubahan Persentase Sebagai Universe of Discourse" yang diusulkan oleh Stevenson dan Porter. Komponen data yang diperlukan untuk penelitian menggunakan metode ini berupa data yang bersifat trend. Pada penerapannya penelitian menggunakan peramalan Fuzzy Time Series Stevenson Porter ini mendapatkan hasil nilai peramalan sebesar 276.193,25 juta US\$ dengan perhitungan nilai error menggunakan MAPE mendapatkan hasil sebesar 36,17% untuk metode fuzzy time series Stevenson Porter pada pemodelan peramalan ekspor nonmigas Indonesia.

Kata Kunci: *Ekspor, Fuzzy Time Series, MAPE Migas..*

A. Pendahuluan

Peramalan (forecasting) adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa mendatang (Heizer dan Render 2015). Peramalan akan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa yang akan datang dengan tujuan membantu instansi tertentu seperti pemerintahan atau perusahaan swasta dalam mengambil suatu keputusan. Teknik dalam peramalan sendiri terbagi dua yaitu teknik kualitatif dan kuantitatif (Jumingan, 2009).

Terdapat beberapa macam metode yang digunakan untuk memproyeksikan peramalan diantaranya Moving averages, Single exponential smothing, Double exponential smothing, Trend Analysis, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan dalam pemilihan metode harus memenuhi pola data trend, stasioner, musiman, siklus dan tidak teratur. Namun ketika menggunakan beberapa metode peramalan data, asumsi tertentu harus terpenuhi, sehingga banyak peneliti mengembangkan metode peramalan baru yang tidak memerlukan asumsi khusus untuk datanya, yaitu Fuzzy Time Series (Lintang Afdianti Nurkhasanah dan Suparti, 2015). Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode yang cocok untuk peramalan. Metode ini mampu menangani fluktuasi data, lingkungan yang tidak tepat, ketidakpastian dan subjektivitas dalam data, dibandingkan dengan hanya menggunakan metode statistik klasik (Qiang dan Brad S, 1933).

Sejumlah teknik telah diusulkan untuk peramalan berdasarkan metode teori himpunan Fuzzy, yang telah banyak dikembangkan oleh para peneliti salah satunya Meredith Stevenson dan John E Porter. Metode dari Stevenson dan Porter memodifikasi metode dari Jilani, Burney, dan Ardil dalam pemodelan yang memanfaatkan memanfaatkan presentase perubahan data sebagai himpuna semesta (Universe Discourse) dalam peramalan data runtun waktu untuk memodelkan pendaftaran di Universitas Alabama pada tahun 2009. Penelitian ini akan menerapkan metode Fuzzy Time Series yang diusulkan oleh Stevenson dan Porter dalam mencari nilai peramalan ekspor nonmigas di Indonesia pada tahun 1991-2022. Untuk menghitung akurasi nilai error pada peramalan data runtun waktu, penetili akan menggunakan kriteria MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Ekspor adalah menjual produk suatu negara tertentu ke negara lain, ekspor memiliki peran penting dalam perekonomian suatu negara khususnya negara berkembang termasuk Indonesia. Perdana (2010), pada awalnya ekspor merupakan komoditas yang diproduksi oleh produsen untuk keperluan dalam ruang lingkup yang kecil yang mencakup daerah dan dalam negeri saja, namun seiring dengan berjalannya waktu permintaan barang atau jasa terus meningkat dair berbagai luar daerah bahkan luar negeri yang tidak dapat memenuhi kebutuhannya sendiri, sehingga suatu negara dapat memproduksi suatu komoditas dalam jumlah yang meningkat signifikan untuk di ekspor ke berbagai negara yang membutuhkan komoditas mereka.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana hasil implementasi metode Fuzzy Time Series Stevenson dan Porter terhadap nilai ekspor nonmigas?”; “Bagaimana tingkat akurasi metode Fuzzy time series Stevenson dan Porter pada nilai ekspor nonmigas?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui hasil implementasi metode *Fuzzy Time Series* Stevenson dan Porter pada peramalan nilai ekspor nonmigas.
2. Mengetahui tingkat keakuratan dari metode *Fuzzy Time Series* Stevenson dan Porter.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data nilai ekspor pada sektor nonmigas di Indonesia dan menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif yang bersifat numerik. Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data nilai harga ekspor nonmigas pada tahun 1991-2022 yang diambil melalui halaman resmi badan pusat statistik pusat <https://bps.go.id>.

Tabel 1. Data Nilai Ekspor Nonmigas (Juta US \$)

Tahun	Ekspor Nonmigas (\$)
1991	18247.50
1992	23296.10
...	...
...	...
2021	219362.10
2022	275959.40

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Plot Data

Untuk melihat pola data nilai ekspor nonmigas Indonesia (Juta US\$), plot dibuat menggunakan tahun 1991-2022. Gambar 1 merupakan representasi dari plot.

**Gambar 1.** Plot Data

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa nilai data ekspor nonmigas (dalam juta US\$) dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2022, cenderung mengalami kenaikan, dan kenaikan paling signifikan terjadi pada tahun 2021 yaitu sebesar 219.362,10 juta US\$ angka ini naik sebesar 41,58 % dari tahun 2020 yang hanya sebesar 154.490,7 juta US\$, sedangkan penurunan paling signifikan terjadi pada tahun 2015 yaitu sebesar 131.791,2 juta US\$ angka ini turun sebesar 9,71 % dari tahun 2014 yang bernilai 145.961,2 juta US\$. Dilihat dari keseluruhan, data nilai ekspor nonmigas membentuk pola naik atau *trend*.

Peramalan *Fuzzy Time Series Stevenson Porter*

Berikut adalah langkah perhitungan *Fuzzy Time Seires Stevenson Porter*:

1. Menentukan presentase perubahan (d_t)

Mencari nilai d_t yaitu perubahan data dalam bentuk persentase, nilai d_t dipergunakan untuk anggota himpunan semesta, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d_t = \left(\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \times 100 \right) ; t = 1992, 1993, \dots, 2022.$$

$$d_{1992} = \left(\frac{23.296,10 - 18.247,50}{18.247,50} \times 100 \right) = 0.2767 \text{ (27,67\%)}$$

$$d_{1993} = \left(\frac{27.077,10 - 23.296,10}{23.296,10} \times 100 \right) = 0.1623 \text{ (16,23\%)}$$

$$d_{1994} = \left(\frac{30.359,7 - 27.077,10}{27.077,10} \times 100 \right) = 0.1212 \text{ (12,12\%)}$$

$$\vdots$$

$$d_{2021} = \left(\frac{219.362,10 - 154.940,70}{154.940,70} \times 100 \right) = 0,4157 \text{ (41,57\%)}$$

$$d_{2022} = \left(\frac{275.959,40 - 219.362,10}{219.362,10} \times 100 \right) = 0,2580 \text{ (25,80\%)}$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai persentase perubahan terbesar dan persentase perubahan terkecil, yaitu $d_{t2021} = 0.415781$ sebagai yang terbesar dan $d_{t2015} = -0.09708$ sebagai yang terkecil.

2. Menentukan batas atas dan batas bawah himpunan semesta U
 Setelah didapat nilai terbesar dan terkecil pada d_t maka berikutnya melakukan pembulatan nilai d_t $U = (LL, UL)$ hal ini dilakukan agar d_t tidak melampaui batas himpunan semesta U
 $U = (LL, UL)$
 $U = [(-0,09708), (0,415781)]$
 $U \approx [(-0,10, 0,44)]$
3. Menentukan jumlah interval kelas:
 $B = 1 + 3,32 \times \log(n)$
 $B = 1 + 3,32 \times \log(31)$
 $B = 5.951320824$
 $B \approx 6$
4. Menentukan panjang interval kelas:
 $P = \frac{(d_{max}) - (d_{min})}{B}$
 $P = \frac{(0,415781) - (-0,09708)}{6}$
 $P = 0.086175291$
 $P \approx 0,09$
5. Membentuk Interval
 Setelah mendapatkan jumlah dan panjang interval kelas, lalu kelompokkan (d_t) kedalam interval yang telah terbentuk, kemudian peringkatkan berdasarkan jumlah frekuensi terkecil hingga terbesar. Dengan menggunakan perhitungan excel maka didapat interval sebagai berikut:

Tabel 2. Interval Kelas

Interval			
Interval		Frekuensi d_t	Peringkat Kelas
-0.1	-0.01	9	6
-0.01	0.08	5	3
0.08	0.17	7	5
0.17	0.26	7	4
0.26	0.35	2	2
0.35	0.44	1	1

6. Membentuk Interval Fuzzy
 Pembentukan ini dilakukan dengan melakukan pencacahan interval berdasarkan jumlah frekuensi d_t pada masing-masing interval sesuai dengan peringkat kelasnya Misal ada 6 buah interval, maka panjang interval fuzzy dengan peringkat terbesar dibagi 6 menjadi 6 buah interval dengan panjang yang sama. Untuk interval dengan frekuensi terbesar

kedua dibagi $6 - 1$ menjadi 5 buah interval dengan rentang interval yang sama, begitu selanjutnya hingga sampai pada peringkat dengan frekuensi terkecil, Berikut persamaan untuk membentuk panjang interval *Fuzzy* :

$$p_6 = \frac{0,09}{6} = 0,015 \text{ untuk interval fuzzy ke-1}$$

$$p_5 = \frac{0,09}{6-1} = 0,0180 \text{ untuk interval fuzzy ke-3}$$

$$p_4 = \frac{0,09}{6-2} = 0,0225 \text{ untuk interval fuzzy ke-4}$$

$$p_3 = \frac{0,09}{6-3} = 0,03 \text{ untuk interval fuzzy ke-2}$$

$$p_2 = \frac{0,09}{6-4} = 0,045 \text{ untuk interval fuzzy ke-5}$$

$$p_1 = \frac{0,09}{6-5} = 0,09 \text{ untuk interval fuzzy ke-6}$$

Setelah menghitung panjang interval *fuzzy*, lalu bentuklah interval *Fuzzy*, dan lakukan fuzzifikasi, maka terbentuklah interval *fuzzy* pada tabel 2.

7. Mencari titik tengah interval fuzzy

Gunakan persamaan berikut untuk mencari titik tengah himpunan *Fuzzy*:

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

$$a_1 = \frac{-0,100 + -0,085}{2} = -0,0925$$

$$a_2 = \frac{-0,085 + -0,070}{2} = -0,0775$$

$$a_3 = \frac{-0,070 + -0,055}{2} = -0,0625$$

⋮

$$a_{20} = \frac{0,305 + 0,350}{2} = -0,3275$$

$$a_{21} = \frac{0,350 + 0,440}{2} = -0,3950$$

Dengan persamaan diatas maka telah didapat titik tengah dari setiap interval fuzzy seperti berikut

Tabel 3. Interval Fuzzy

Interval Fuzzy				Interval Fuzzy			
Interval	Fuzzifikasi	Nilai tengah		Interval	Fuzzifikasi	Nilai tengah	
-0.1	-0.085	A1	-0.0925	0.116	0.134	A12	0.125
-0.085	-0.07	A2	-0.0775	0.134	0.152	A13	0.143
-0.07	-0.055	A3	-0.0625	0.152	0.17	A14	0.161
-0.055	-0.04	A4	-0.0475	0.17	0.1925	A15	0.18125
-0.04	-0.025	A5	-0.0325	0.1925	0.215	A16	0.20375
-0.025	-0.01	A6	-0.0175	0.215	0.2375	A17	0.22625
-0.01	0.02	A7	0.005	0.2375	0.26	A18	0.24875
0.02	0.05	A8	0.035	0.26	0.305	A19	0.2825
0.05	0.08	A9	0.065	0.305	0.35	A20	0.3275
0.08	0.098	A10	0.089	0.35	0.44	A21	0.395
0.098	0.116	A11	0.107				

8. Melakukan Defuzifikasi

Setelah mendapatkan titik tengah langkah berikutnya adalah melakukan Defuzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan triangular :

$$t_j = \begin{cases} \frac{1.5}{\frac{1}{a_i} + \frac{0.5}{a_{i+1}}}, & \text{jika } i = 1 \\ \frac{2}{\frac{0.5}{a_{i-1}} + \frac{1}{a_i} + \frac{0.5}{a_{i+1}}}, & \text{jika } 2 \leq i \leq k-1, \\ \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{i-1}} + \frac{1}{a_i}}, & \text{jika } i = k \end{cases}$$

$$t_1 = \frac{1.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0.5}{a_2}} = \frac{1.5}{\frac{1}{a_1} + \frac{0.5}{a_{1+1}}} = -0.08689$$

$$t_2 = \frac{2}{\frac{0.5}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{0.5}{a_3}} = \frac{2}{\frac{0.5}{-0.0925} + \frac{1}{-0.0775} + \frac{0.5}{-0.0625}} = -0.07602$$

$$t_3 = \frac{2}{\frac{0.5}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \frac{0.5}{a_4}} = \frac{2}{\frac{0.5}{-0.0775} + \frac{1}{-0.0625} + \frac{0.5}{-0.0475}} = -0.06065$$

$$\vdots$$

$$t_{20} = \frac{2}{\frac{0.5}{a_{19}} + \frac{1}{a_{20}} + \frac{0.5}{a_{21}}} = \frac{2}{\frac{0.5}{0.2825} + \frac{1}{0.3275} + \frac{0.5}{0.395}} = 0.32845$$

$$t_{21} = \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{20}} + \frac{1}{a_{21}}} = \frac{1.5}{\frac{0.5}{0.3275} + \frac{1}{0.395}} = 0.36961$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai t_j dari setiap yang dibutuhkan untuk perhitungan selanjutnya.

9. Menentukan nilai data berdasarkan hasil peramalan $t_j \rightarrow F(t)$ menggunakan persamaan berikut:

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

$$F(1992) = \left(\frac{(0.2826)}{100} \cdot 18.247,50 \right) + 18.247,50 = 18.299,07$$

$$F(1993) = \left(\frac{(0.1604)}{100} \cdot 23.296,10 \right) + 23.296,10 = 23.333,47$$

$$\vdots$$

$$F(2021) = \left(\frac{(0.3696)}{100} \cdot (154.940,70) \right) + 154.940,70 = 155.513,4,$$

$$F(2022) = \left(\frac{(0.2501)}{100} \cdot (219.362,10) \right) + 219.362,10 = 219.910,5$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat nilai data hasil peramalan $F(t)$ sampai dengan hasil perhitungan peramalan tahun 2022 $F(2022)$.

10. Mencari data hasil peralaman untuk (t+1)

Untuk mencari data hasil peramalan tahun 2023 maka dibutuhkan nilai t_j . maka digunakanlah analisis regresi linear $Y = c + b(n + 1)$. Untuk mencari nilai Y maka digunakan langkah langkah seperti berikut:

$$b = \frac{n\sum x_i y_i - [\sum x_i \sum y_i]}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{31(5189) - [(496 \cdot 333)]}{31 \cdot 10416 - 496^2}$$

$$b = -0,0561$$

$$c = \frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n}$$

$$c = \frac{333}{31} - (-0,0561) \frac{496}{31}$$

$$c = 11,6387$$

Setelah nilai b dan c ditemukan maka dilanjutkan mencari nilai Y

$$Y = c + b(x + 1)$$

$$Y = 11,638 + (-0,0561)(31 + 1)$$

$$Y = 9,8452 \approx 10$$

Setelah melakukan perhitungan menggunakan regresi linear, maka didapat hasil perhitungan untuk himpunan fuzzy pada tahun 2023 yaitu termasuk pada interval fuzzy A10 adalah pembulatan dari $9,8452 \approx 10$, didapat nilai t_j untuk A10 adalah:

$$t_{10} = \frac{2}{\frac{0,5}{a_9} + \frac{1}{a_{10}} + \frac{0,5}{a_{11}}} = \frac{2}{\frac{0,5}{0,065} + \frac{1}{0,089} + \frac{0,5}{0,107}} = 0,08474$$

Maka nilai t_j untuk tahun 2023 yaitu 0,08474. Maka perhitungan pada $F(t + 1)$ atau nilai peramalan 2023 adalah sebagai berikut:

$$F(t + 1) = \left(\frac{t_j}{100}, x_t \right) + x_t$$

$$F(2023) = \left(\frac{0,08474}{100} \cdot 275.959,40 \right) + 275.959,40$$

$$F(2023) = 276.193,25$$

Dari pembahasan diatas maka didapat nilai hasil dari peramalan untuk ekspor nonmigas di Indonesia pada tahun 2023 yaitu sebesar 276.193,25 Juta US\$.

11. Mengukur nilai *error* atau ketepatan hasil peramalan menggunakan *Mean Absolute Persentage Error* (MAPE).

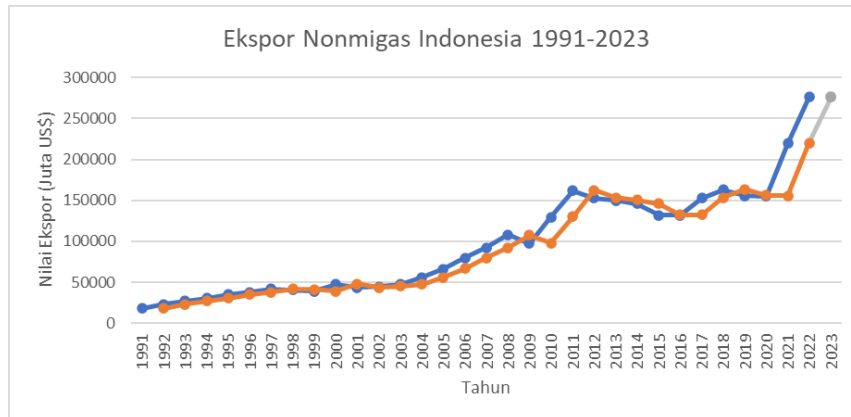
Setelah dilakukan analisis peramalan pada data nilai ekspor nonmigas Indonesia (juta US\$) menggunakan metode fuzzy time series Stevenson Porter berikutnya akan dilakukan uji keakuratan metode peramalan. Pengujian tingkat akurasi pada metode penelitian menggunakan kriteria perhitungan MAPE, alasan dipilihnya MAPE untuk menghitung nilai error karena memiliki kriteria yang tercantum. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan dari metode bernilai $< 10\%$ maka dikatakan sangat baik, jika $10\% - 20\%$ maka dikatakan baik, jika $20\% - 50\%$ maka dikatakan cukup baik, dan jika $> 50\%$ maka dikatakan tidak akurat. Berikut adalah perhitungan tingkat keakuratan metode dengan menggunakan *Mean Absolute Persentage Error* (MAPE) :

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{X_t - F(t)}{X_t} \right| \cdot 100}{n} \%$$

$$MAPE = \frac{11,2127}{31} \cdot 100$$

$$MAPE = 36.17(36.17 \%)$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai error dari *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu sebesar 36.17 % dapat dilihat dari tabel 2.1 metode tersebut termasuk dalam nilai kesalahan 20-50% dikatakan cukup akurat. Setelah melakukan perhitungan, maka didapat hasil plot data dan peramalan pada gambar 2.



Gambar 2. Plot Data dan Hasil Peramalan

Dari plot diatas didapat nilai hasil dari peramalan untuk ekspor nonmigas di Indonesia pada tahun 2023 yaitu sebesar 276.193,25 Juta US\$ atau meningkat 233,85 Jura US\$ dari tahun 2022.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Hasil dari implementasi menggunakan metode Fuzzy Time Series Stevenson dan Porter menghasilkan nilai peramalan ekspor nonmigas Indonesia pada tahun 2023 sebesar 276.193,25 juta US\$
2. Nilai MAPE dari hasil peramalan ekspor nonmigas di Indonesia menggunakan metode Fuzzy Time Series Stevenson Porter sebesar 36,17 % yang dapat dikatakan metode Fuzzy Time Series Stevenson Porter memiliki kriteria peramalan cukup baik untuk meramalkan nilai ekspor nonmigas Indonesia

Acknowledge

Selama proses penyusunan proposal skripsi ini penulis mendapatkan banyak dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyadari tanpa bantuan dan dukungan akan terasa sulit untuk menyelesaikan proposal skripsi ini, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir statistika unisba dengan lancar, Bapak Dr. Suwanda, MS. selaku dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan pengetahuan kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini dengan baik, dan Nur Azizah Komara Rifai, D.Si., M.Si, Teti Sofia Yanti, Dra., M.Si., Puri Indah Lestari, S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran terhadap penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Budiarto, A. (2009). Buku Pintar Migas Indonesia. Doddy Samperuru.
- [2] Chen, S (1996) Fuzzy forecasting with DNA computing. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioninformatics), 4287 LNCS(81), 311-319.
- [3] Franck, D. (1995). Introduction to fuzzy logic. IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), 1(January 2013), 50–56.
- [4] Jilani, T.A., Burney S.M.A., and Ardil C., 2007, Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning, World Academy of Science, Engineering and Technology, 34, 1-6
- [5] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6] Muh. Hasbiollah, RB. Fajriya Hakim FMIPA UII (2015). Peramalan Konsumsi Gas Indonesia Menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Stevenson Porter. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. UMS: 508-518.
- [7] Perdana, Taufik. (2010). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor The PTPN. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- [8] Preetika Saxena, Satyam Shrivastava, Avinash S. Bundela. 2015. A NEW METHOD FOR POPULATION FORECASTING BASED ON FUZZY TIME SERIES WITH HIGHER FORECAST ACCURACY RATE. Computer Science and Engineering, Acropolis Institute of Technology and Research, Indore (MP), India
- [9] Qiang, S., & Brad S., C. (1993). Fuzzy Time Series and Its Models. Fuzzy Sets and Systems, 54, 269–277.
- [10] Stevenson, M. dan John. 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.
- [11] Zadeh, L. A. (1965). INFORMATION AND CONTROL. In Computing in Civil and Building Engineering - Proceedings of the 2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (Vol. 8).