

Comparison of Forecasting Using Fuzzy Time Series Chen and Singh to Farmer Exchange Rates in Indonesia

Okia Dinda Kelana, Atus Amadi Putra*, Nonong Amalita, Admi Salma

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: atusamadiputra@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 16 Februari 2023

Revised : 28 Mei 2023

Accepted : 07 Agustus 2023

ABSTRACT

Chen and Singh's fuzzy time series model is a forecasting method that uses the basis of fuzzy logic. Chen's model uses fuzzy logical relationship groups. Meanwhile, the Singh model uses only fuzzy logical relationships in the forecasting process. To find out the best model between the two models, forecasting the farmer's exchange rate is carried out. Farmers' exchange rates are the option for observers of agricultural development in assessing the level of welfare of farmers in Indonesia. Changes in farmer exchange rates occur every month, it is necessary to forecast data in order to obtain an overview for the following month. We used the secondary data from the official website of the Badan Pusat Statistika (BPS). The forecasting results of the two models were compared using MAPE. The results of the comparison of the accuracy of the prediction accuracy of Chen and Singh's fuzzy time series models on farmers' exchange rates obtained Chen's MAPE fuzzy time series values of 0.679% and Singh's fuzzy time series models of 0.354%.

Keywords: *Chen, Forecasting, Fuzzy Time Series, NTP, Singh*



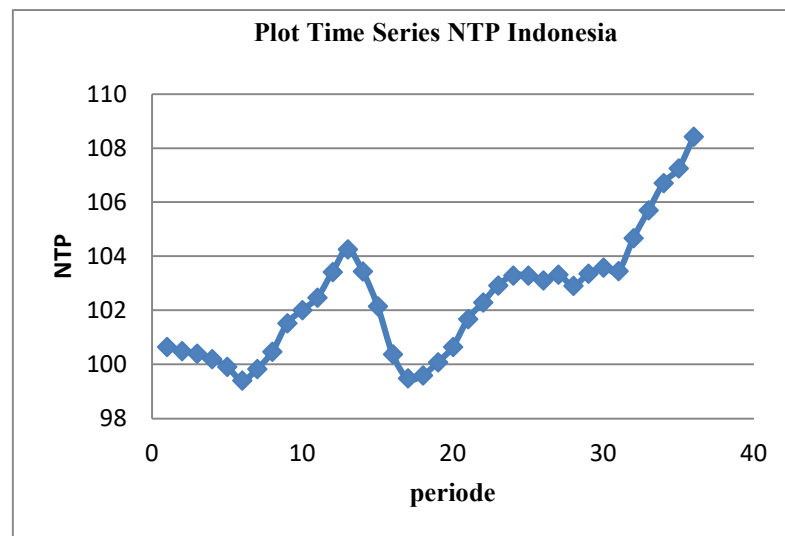
This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Peramalan menurut Montgomery et al (2015: 1) adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mengetahui kejadian masa yang akan datang. Hyndman & Athanasopoulos (2018:13) berpendapat bahwa ada dua jenis teknik peramalan, dua jenis tersebut adalah kualitatif dan kuantitatif. Perbedaannya kualitatif berasal dari pendapat para ahli untuk pengambilan keputusannya, kemudian tidak bisa merepresentasikan data dalam bentuk angka. Berbeda dengan kuantitatif, untuk kuantitatif berdasarkan pada data masa lalu kemudian data dalam bentuk angka atau disebut data time series. Menurut Markridakis (1998) metode time series seperti metode ARIMA, moving average dan lainnya merupakan metode klasik. Kemudian Wang (2015) berpendapat bahwa kelemahan metode klasik yaitu memerlukan asumsi yang harus dipenuhi kemudian membutuhkan data dalam jumlah yang banyak. Metode time series terus berkembang seiring berkembangnya konsep kecerdasan buatan. Salah satu metode pada konsep ini yakni Fuzzy Time Series (FTS), kelebihan konsep kecerdasan buatan yaitu konsep tersebut mampu mempelajari pola data yang ada sehingga menghasilkan peramalan yang lebih akurat.

Menurut Azmiyati & Tanjung (2017) FTS mempunyai kelebihan tidak membutuhkan data dalam jumlah yang banyak dan kemudian tidak memerlukan asumsi yang harus dipenuhi. Metode FTS telah dikembangkan oleh beberapa para ahli yang bertujuan untuk menyederhanakan proses peramalan. Diantaranya metode FTS *Chen* dikembangkan pada tahun 1996 dan metode FTS *Singh* tahun 2007. Metode FTS pada peramalan merupakan konsep baru yang menggunakan prinsip logika fuzzy yang dapat memberikan penjelasan pada data peramalan dalam bentuk variabel linguistik. Variabel linguistik merupakan variabel yang tidak menggunakan angka namun variabel ini memiliki penjelasan dalam bentuk kata. Kelebihan variabel linguistik adalah informasi yang diperoleh dari variabel dapat dipahami dengan mudah, kemudian untuk kekurangannya variabel ini dibandingkan dengan variabel yang berisikan angka variabel linguistik kurang spesifik. Selanjutnya metode FTS dapat digunakan untuk peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) karena data NTP merupakan time series dan NTP juga disajikan dalam bentuk nilai linguistik seperti NTP mengalami surplus, impas dan defisit. Menurut BPS (2021) nilai NTP yang lebih besar 100, dengan nilai tersebut dapat dikatakan bahwa petani mengalami surplus atau untung, nilai NTP sama dengan 100 dikatakan petani mengalami impas atau tidak untung maupun rugi dan terakhir nilai NTP kecil dari 100 dikatakan keadaan petani mengalami defisit

atau petani mengalami rugi. Berikut merupakan NTP di Indonesia selama periode Januari 2019- Desember 2021 menurut BPS (2021) yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: (BPS, 2021)

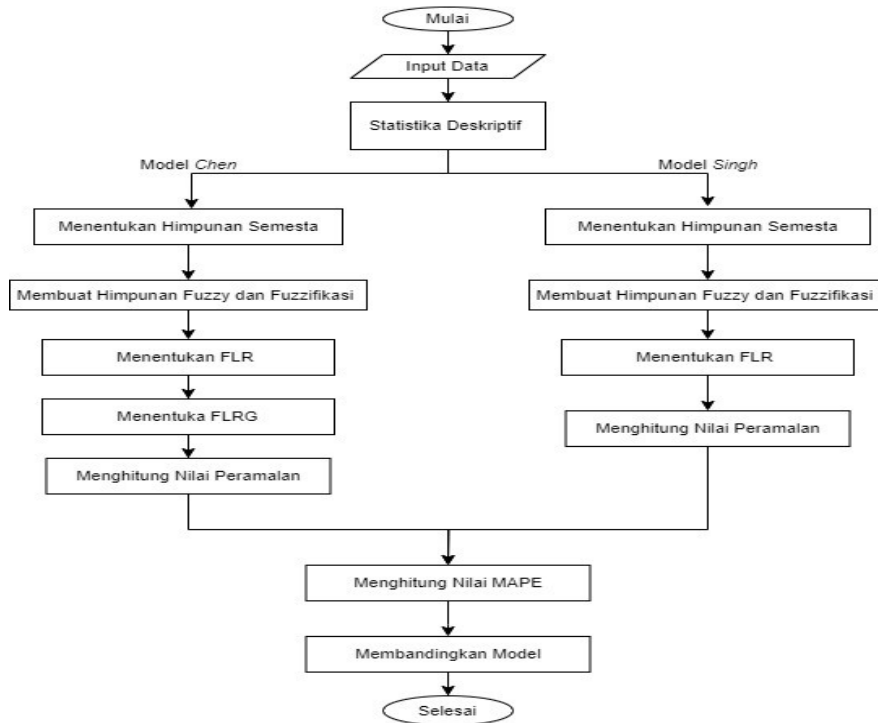
Gambar 1. NTP periode Januari 2019- Desember 2021

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh informasi NTP di Indonesia dari Januari 2019 hingga Desember 2021. Pada Gambar 1 dilihat NTP terjadi perubahan nilai setiap bulan atau periode, dari grafik dapat dilihat untuk periode 5 sampai periode 7 atau bulan Mei 2019 sampai Juli 2019 NTP berada dibawah 100 dikatakan petani mengalami defisit atau kerugian. Kemudian mulai periode 8 bulan Agustus 2019 NTP mulai naik hingga puncaknya pada periode 13 bulan Januari 2020 NTP sebesar 104,27. Setelah itu pada periode 14 bulan Februari 2020 NTP kembali menurun hingga periode 18 bulan Juni 2020 petani kembali mengalami defisit atau kerugian. Namun dari periode 19 bulan Juli 2021 hingga Desember 2021 NTP terus naik diatas 100, puncaknya pada periode 36 bulan Desember 2021 NTP sebesar 108,77 dapat dikatakan petani mengalami surplus atau keuntungan.

Penelitian mengenai metode peramalan model *Chen* oleh Normalita Fauziah dkk (2016) yang berjudul “Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series *Chen* Pada Curah Hujan Kota Semarang”, kegiatan yang dilakukan dalam penelitian tersebut adalah membandingkan sampel data yang berbeda yaitu sampel pertama sebanyak 65 data menggunakan data dari Januari 2011 hingga Mei 2016. Selanjutnya peramalan menggunakan 41 data sampel menggunakan data Januari tahun 2013 sampai Mei tahun 2016. Terakhir peramalan menggunakan 29 data sampel dari Januari 2014 sampai bulan Mei 2016. Dari hasil penelitian tersebut peramalan yang menggunakan 29 sampel data memiliki hasil peramalan terbaik. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel yang baik digunakan untuk peramalan fuzzy time series *Chen* adalah sampel terkecil. Kemudian untuk penelitian perbandingan FTS model *Chen* dan *Singh* pernah dilakukan oleh Febyani dkk (2020) pada data nilai impor di Jawa Tengah, diperoleh hasil penelitian metode *Singh* lebih baik digunakan untuk peramalan data nilai impor di Jawa Tengah periode 2014- 2019. Maka untuk penelitian ini peneliti membandingkan model *Chen* dan *Singh* pada Nilai Tukar Petani dengan sampel data sebanyak 36 data periode 2019-2020. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan menentukan model terbaik dari dua metode peramalan yang digunakan pada data NTP di Indonesia. Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah FTS model *Chen* dan model *Singh*.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sumber data yang berasal dari website publikasi oleh BPS. Menggunakan data Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia bulan Januari 2019 sampai Desember 2021. Data diolah dan dianalisis menggunakan bantuan *software Rstudio*. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Menurut BPS (2021) Variabel NTP merupakan nilai perbandingan dari nilai indeks harga didapat petani dengan indeks harga dibayarkan oleh petani didalam bentuk persen. Berikut langkah-langkah dalam melakukan analisis FTS model *Chen* dan model *Singh* pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowcart FTS Model Chen dan Model Singh

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis FTS Model Chen

Berdasarkan data NTP di Indonesia bulan Januari 2019 sampai Desember 2021 diperoleh nilai minimum (N_{min}) sebesar 99.41 pada bulan Juni 2019 dan nilai maksimum (N_{max}) sebesar 108.43 pada bulan Desember 2021. Kemudian untuk nilai N_1 dan N_2 ditetapkan nilai masing-masing yaitu 0. Sehingga diperoleh himpunan semesta $U = [N_{min} - N_1; N_{max} - N_2]$ adalah $U = [99.41; 108.43]$. Selanjutnya menentukan jumlah interval dan panjang interval. Jumlah interval digunakan untuk menentukan berapa banyak himpunan fuzzy yang dapat dilakukan pada data peramalan. Jumlah interval dapat dihitung menggunakan aturan *sturgess* sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,3 \log(n) = 1 + 3,322 \times \log(36) = 6.17 \approx 6.$$

Selanjutnya menentukan panjang kelas menggunakan persamaan sebagai berikut

$$l = \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{k} = \frac{(108.43 + 0) - (99.41 - 0)}{6} = 1,5.$$

Setelah diperoleh jumlah interval kelas sebesar 6 dan panjang interval sebesar 1,5. Maka terbentuk interval dan fuzzifikasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Interval dan Fuzzifikasi

Interval	Fuzzifikasi
$u_1 = [99.4100; 100.9133]$	A_1
$u_2 = [100.9133; 102.4167]$	A_2
$u_3 = [102.4167; 103.9200]$	A_3
$u_4 = [103.9200; 105.4233]$	A_4
$u_5 = [105.4233; 106.9267]$	A_5
$u_6 = [106.9267; 108.4300]$	A_6

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil fuzzyfikasi. A_1 merupakan bentuk dari bahasa linguistik dari nilai yang terdapat pada rentang u_1 . Berikut seterusnya sampai A_6 jika data masuk dalam interval u_6 maka hasil fuzzyfikasinya adalah A_6 . Berikut hasil dari fuzzyfikasi yang dilakukan pada data NTP:

Tabel 2. Fuzzyfikasi Data

PERIODE	DATA	FUZZIFIKASI
Jan 2019	100,66	A_1
Feb 2019	100,5	A_1
Maret 2019	100,41	A_1
.	.	.
Okt 2021	106,72	A_5
Nov 2021	107,26	A_5
Des 2021	108,43	A_6

Dari Tabel 2 dapat diketahui fuzzyfikasi keseluruhan data. Hasil fuzzyfikasi pada tabel 3 akan digunakan pada tahap FLR. FLR ditentukan dengan cara menghubungkan variabel linguistik dari proses fuzzyfikasi pada Tabel 2. FLR dapat ditulis $A_i <- A_j$, dimana A_i adalah pengamatan data sekarang $f(t)$ dan A_j adalah pengamatan sebelumnya $f(t-1)$ pada *time series*.

Tabel 3. Hasil FLR

PERIODE	DATA	FLR
Jan 2019	100,66	-
Feb 2019	100,5	$A_1 <- A_1$
Maret 2019	100,41	$A_1 <- A_1$
.	.	.
Okt 2021	106,72	$A_5 <- A_5$
Nov 2021	107,26	$A_6 <- A_5$
Des 2021	108,43	$A_6 <- A_6$

Berdasarkan hasil FLR pada Tabel 3 dapat dibentuk FLRG dengan cara mengelompokkan setiap FLR yang memiliki sisi kanan $f(t - 1)$ yang sama. Hasil pengelompokan atau FLRG yang didapatkan berdasarkan hasil FLR untuk setiap data ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Hasil FLRG

KELOMPOK	FLRG
1	$A_1 \rightarrow A_1, A_2$
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$
3	$A_3 \rightarrow A_2, A_3, A_4$
4	$A_4 \rightarrow A_5$
5	$A_5 \rightarrow A_5, A_6$
6	$A_6 \rightarrow A_6$

Pada Tabel 4 diperoleh FLRG dimana terdapat enam kelompok dengan ciri-ciri masing kelompok berbeda seperti kelompok satu memiliki ciri-ciri A_1 yang memiliki relasi dengan A_1 dan A_2 sedangkan untuk kelompok dua memiliki ciri A_2 yang memiliki relasi terhadap A_1, A_2, A_3 . Setelah FLRG diperoleh langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan menggunakan model *Chen* pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan Model *Chen*

PERIODE	DATA	PERAMALAN
Jan 2019	100,66	
Feb 2019	100,5	100,91
Maret 2019	100,41	100,91
.		
Okt 2021	106,72	106,92
Nov 2021	107,26	106,92
Des 2021	108,43	107,67

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat hasil peramalan menggunakan model *Chen* hasil peramalan data pertama tidak ada dikarenakan data tersebut merupakan data lag dari ramalan NTP yang akan mempengaruhi ramalan pada periode berikutnya. Sedangkan untuk peramalan tiga periode berikutnya yaitu bulan Januari 2022 hingga Maret 2022 diperoleh hasil yang sama sebesar 107,67.

B. Analisis FTS Model *Singh*

Pada analisis model *Singh* untuk hasil himpunan semesta sampai hasil FLR model *Singh* dan model *Chen* memiliki langkah dan hasil yang sama. Perbedaan jelas terdapat pada model *Chen* menggunakan hasil FLRG sedangkan model *Singh* hanya menggunakan hasil FLR untuk menentukan hasil peramalan. Berikut hasil peramalan yang diperoleh menggunakan model *Singh*

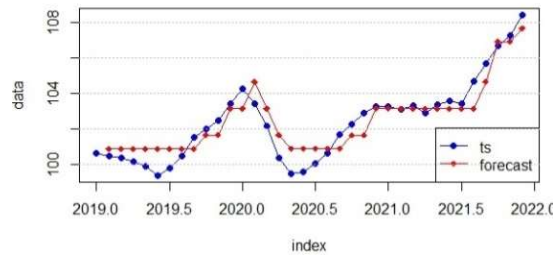
Tabel 6. Hasil Peramalan Model *Singh*

PERIODE	DATA	PERAMALAN
2019 Jan	100,66	.
2019 Feb	100,5	.
2019 Maret	100,41	.
2019 April	100,2	100,39
.		
2021 Des	108,43	107,46

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat hasil peramalan menggunakan model *Singh*, hasil peramalan data pertama hingga data ketiga tidak ada dikarenakan data tersebut merupakan data lag pada peramalan NTP. Sedangkan untuk peramalan tiga periode berikutnya yaitu bulan Januari 2022 sebesar 107,47 bulan Februari sebesar 107,46 dan bulan Maret 2022 sebesar 108,36.

C. Mengukur Tingkat Keakuratan dan Pemilihan Model Terbaik

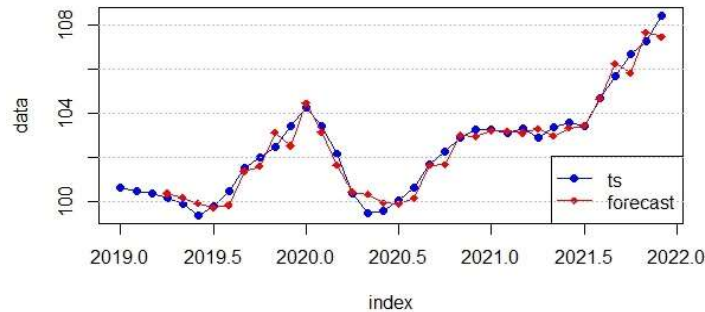
Untuk melihat hasil akurasi peramalan berikut disajikan plot data historis dan data hasil estimasi nilai tukar petani di Indonesia model *Chen* menggunakan *software Rstudio* pada Gambar 2.



Gambar 3. Estimasi model *Chen*

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh informasi perbandingan antara data asli dengan data hasil peramalan NTP menggunakan model *Chen*. Dapat dilihat grafik yang berwarna merah merupakan estimasi peramalan dan grafik berwarna biru merupakan grafik data asli NTP Januari 2019- Desember 2021. Nilai estimasi untuk data pertama tidak ada karena merupakan data lag dari nilai tukar petani yang mempengaruhi nilai pada waktu mendatang. Kemudian dapat di lihat perbandingan antara data asli dan hasil peramalan, bentuk plot hasil estimasi tiap periode sedikit berbeda pada titik tertentu dengan data asli. Seperti pada titik sepanjang tahun 2019 estimasi peramalan menunjukkan grafik lurus sedangkan data asli menunjukkan data mengalami penurunan.

Berikutnya untuk model *Singh* dapat dilihat pada plot data historis dan data hasil estimasi nilai tukar petani di Indonesia model *Singh* berikut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Estimasi model *Singh*

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh informasi perbandingan antara data asli dan data peramalan menggunakan model *Singh*. Grafik berwarna biru untuk data asli kemudian grafik berwarna merah untuk hasil peramalan data NTP. Peramalan data pertama sampai titik ketiga tidak memiliki nilai karena titik tersebut merupakan data lag dari NTP. Untuk perbandingan data peramalan dan data asli pada Gambar 4 dapat dilihat menggunakan model *Singh* hasil peramalan hampir mendekati data sebenarnya, hanya ada beberapa titik yang berbeda seperti titik pada tahun 2020 tetapi tidak terlalu jauh dari titik data asli. Agar lebih jelas akan digunakan MAPE untuk mengukur model terbaik. Pada Penelitian ini dibandingkan dua model FTS *Chen* dan *Singh* dengan menggunakan asumsi jika model peramalan yang memperoleh nilai MAPE terkecil maka model tersebut merupakan model peramalan terbaik. Nilai MAPE pada kedua model dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Nilai MAPE

Model	MAPE
<i>Chen</i>	0,67%
<i>Singh</i>	0,35%

Dari Tabel 7 dapat diketahui model *Chen* memperoleh nilai MAPE sebesar 0,67% sedangkan pada model *Singh* memperoleh nilai MAPE sebesar 0,35%. Dari perbandingan kedua nilai MAPE model *Singh* memiliki nilai MAPE lebih kecil dari model *Chen*.

IV. KESIMPULAN

Perbandingan dua metode peramalan FTS *Chen* dan *Singh* pada NTP diperoleh hasil FTS model *Singh* memiliki nilai MAPE lebih kecil dibandingkan model *Chen*. Sehingga dapat disimpulkan model FTS *Singh* lebih baik dalam meramalkan nilai tukar petani di Indonesia. Hasil peramalan menggunakan FTS model *Singh* dapat digunakan sebagai acuan dan tolak ukur pemerintah di sektor pertanian dalam mengambil keputusan untuk kesejahteraan petani Indonesia ke depannya. Adapun saran untuk penelitian berikutnya dapat membandingkan FTS model lainnya seperti model *Cheng*, *Lee*, dan *Markov Chain*.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmiyati, S., Tanjung, W. N. (2017), "Peramalan Jumlah Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit dengan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Algoritma Ruy Chyn Tsur", Vol.8, No. 1, hal. 36-48.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Nilai Tukar Petani di Indonesia, diakses dari <http://www.bps.go.id>
- Chen S.M. (1996), "Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series", *Journal Of Sets and System*. Vol. 81: 311-319
- Febyani, R., Tarno dan Sugito. "Perbandingan Fuzzy Time Series Metode Chen dan S.R. Singh Studi Kasus: Nilai Impor di Jawa Tengah Periode Januari 2014- Desember 2019", *Jurnal Gaussian*, Vol. 9, No. 3, hal. 306-315.
- Hyndman, Rob J dan George Athanasopoulos (2018). *Forecasting Principles and Practice*. Australia: Monash University.
- Keumala, C. M., dan Zainuddin, Z. (2018), "Indikator Kesejahteraan Petani Melalui Nilai Tukar Petani (NTP) dan Pembiayaan Syariah sebagai Solus", *Economica: Jurnal Ekonomi Islam*, 129-149.
- Kusumadewi, Sri dan Guswaludin, I. (2005), "Fuzzy Multi- Criteria Decison Making", *Media Informatika*, Vol. 3 No. 1, hal. 25-38 .
- Makridakis. (1998). *Forecasting Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons.
- Montgomery DC, Jennings CL, Kulachi M.(2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey(US): John Wiley & Sons.
- Normalita Fauziah, Sri Wahyuningsih, dan Yuki Novia Nasution (2016), "Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen Pada Curah Hujan Kota Semarang", *Journal of Statistics*, Vol. 4, NO. 2.
- Singh, S.R. (2007), "A Simple Time Variant Method for Fuzzy Time Series Forecasting Cybermetics and System", *An Int. Journal*. Vol. 38: 305-321.
- Song, Q dan Chissom, B.S.(1993), "Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series Part I". *Journal Of Sets and System*, Vol. 54, hal. 1-9.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung:Alfabeta.
- Wang. Y. (2015), "Intuitionistic Fuzzy Time Series Forecasting Model Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning", *International Journal of Mathematical Problems in Engineering*, hal 1-12.