

**PERAMALAN JUMLAH PENDUDUK MISKIN DI PULAU JAWA MENGGUNAKAN
METODE FUZZY TIME SERIES CHEN
FORECASTING THE NUMBER OF POOR PEOPLE IN JAVA ISLAND USING FUZZY
TIME SERIES CHEN METHOD**

Synthia Catur Wahyuni¹, Deni Arifianto^{2*}, Ilham Saifudin³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: synthiacatur@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember *Koresponden Author
email: deniarifianto@unmuhjember.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilhamsaifudin@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Kemiskinan sejauh ini menjadi salah satu masalah sosial ekonomi yang paling sulit untuk diselesaikan. Pulau Jawa sebagai wilayah berpenduduk terpadat di Indonesia memiliki jumlah penduduk miskin tertinggi dibandingkan pulau-pulau lain di Indonesia. Fakta bahwa daerah tersebut merupakan daerah yang strategis menyebabkan kepadatan penduduk yang tinggi di Pulau Jawa. Oleh karena itu, ada kecenderungan bagi penduduk Indonesia untuk menetap di pulau Jawa. Hal ini menyebabkan semakin rendahnya kesempatan kerja di Pulau Jawa dan jumlah pengangguran semakin meningkat. Hal tersebut akan berdampak buruk pada ketimpangan sosial dan jumlah penduduk miskin akan bertambah. Sehingga perlu dilakukan peramalan untuk meminimalkan peningkatan jumlah penduduk miskin di tahun berikutnya. Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy Time Series* Chen. Metode tersebut menggunakan *fuzzy set* sebagai prinsip dasar perhitungannya, dan *Average Forecasting Error Rate* (AFER) untuk mengukur ketepatan hasil peramalannya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh tingkat akurasi peramalan terbaik yaitu pada Provinsi Jawa Barat sebesar 96,87% dengan hasil peramalan pada tahun 2020 adalah 3.640.485 jiwa. Karena tingkat kesalahan peramalannya kurang dari 15%, maka peramalan dalam penelitian ini termasuk peramalan yang baik.

Keywords: Peramalan, Kemiskinan, Pulau Jawa, *Fuzzy Time Series* Chen

Abstract

Poverty is by far one of the most difficult socioeconomic problems to solve. Java Island as the most densely populated area in Indonesia has the highest number of poor people compared to other islands in Indonesia. The fact that the area is a strategic area causes a high population density on the Java island. Therefore, there is a tendency for Indonesians to settle on the Java island. This causes lower job opportunities in Java and the number of unemployed is increasing. This will have a negative impact on social inequality and the number of poor people will increase. So it is necessary to forecast to minimize the increase in poor people number in the following year. The forecasting method used in this research is the Fuzzy Time Series Chen method. This method uses fuzzy sets as the basic principle of calculation, and Average Forecasting Error Rate (AFER) to measure the accuracy of the forecasting results. Based on the results of the tests that have been carried out, the best forecasting accuracy rate is obtained in West Java Province of 96,87% with forecasting results in 2020 of 3.640.485 souls. Because the forecasting error rate is less than 15%, which means good forecasting.

Keywords: Forecasting, Poverty, Java Island, *Fuzzy Time Series* Chen

1. PENDAHULUAN

Kemiskinan sejauh ini menjadi salah satu masalah sosial ekonomi yang paling sulit untuk diselesaikan. Sebagai negara kepulauan dengan keragaman geografis, ekonomi, sosial budaya dan peraturan atau regulasi pemerintah, Indonesia menghadapi masalah kemiskinan yang sangat kompleks dan beragam di setiap wilayah. Pulau Jawa sebagai wilayah berpenduduk terpadat di Indonesia memiliki jumlah penduduk miskin tertinggi dibandingkan pulau-pulau lain di Indonesia. Tingginya kepadatan penduduk di Pulau Jawa disebabkan oleh wilayahnya yang strategis. Oleh karena itu, ada kecenderungan bagi penduduk Indonesia untuk menetap di Pulau Jawa (Saleh, Ainoer Rizzal, & Jumiaty, 2017).

Hal ini menyebabkan semakin rendahnya kesempatan kerja di Pulau Jawa dan jumlah pengangguran semakin meningkat. Meningkatnya jumlah pengangguran menyebabkan terjadinya peningkatan penduduk miskin di Pulau Jawa. Jika jumlah penduduk miskin meningkat, pemerintah perlu mengambil tindakan untuk meminimalkan peningkatan tersebut. Oleh karena itu, jumlah penduduk miskin pada tahun berikutnya harus diramalkan sebagai acuan bagi pemerintah (Uhsinatul & Rofi, 2013).

Peramalan digunakan untuk memperkirakan nilainya di masa depan dengan menggunakan data masa lalu pada suatu variabel atau sekumpulan variabel. Salah satu metode untuk melakukan peramalan yaitu metode *Fuzzy Time Series*. Metode ini sering digunakan untuk memprediksi data runtun waktu dalam penelitian (Murahartawaty, 2009).

2. METODE PENELITIAN

A. Peramalan

Prediksi peristiwa masa depan adalah peramalan. Peramalan sering diklasifikasikan menjadi tiga macam, jangka pendek, menengah dan panjang. Peramalan jangka pendek mencakup peramalan untuk beberapa hari, minggu, dan bulan ke depan. Peramalan jangka menengah mencakup peramalan dalam satu atau dua tahun. Dan peramalan untuk beberapa

tahun ke depan termasuk peramalan jangka panjang (Pambudi, Setiawan, & Wijoyo, 2018).

B. Data Time Series

Data Deret Waktu (*time series*) adalah semacam data yang dikumpulkan selama deret waktu tertentu. Jika waktu dianggap diskrit, frekuensi pengumpulan selalu sama. Misalnya, detik, menit, jam, hari, minggu, bulan dan tahun (Rosadi, 2006).

C. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* memiliki nilai kesamaran antara salah dan benar. Dalam teori logika *fuzzy*, suatu nilai dapat bernilai benar atau salah. Tetapi bobot keanggotaannya, tergantung sejauh mana keberadaan dan kesalahannya. Tingkat keanggotaan logika *fuzzy* adalah 0 sampai 1 (Nasution, 2012).

D. Fuzzy Time Series

Fuzzy Time Series (FTS) adalah metode prediksi data dengan menggunakan prinsip *fuzzy*, dimana himpunan *fuzzy* menunjukkan nilai *time series*. Prediksi *fuzzy* untuk deret waktu mengidentifikasi dan memanfaatkan pola dari data sebelumnya untuk perkiraan masa depan (Admirani, 2018).

E. Fuzzy Time Series Chen

Pada tahun 1993, *Fuzzy Time Series* diusulkan oleh Song dan Chissom untuk memprediksi pendaftaran siswa di Universitas Alabama. Namun, dengan menambahkan operasi aritmatika yang dikurangi dalam algoritma prediksi, Chen (1996) memberikan alternatif lain. Tahapan prediksi menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen adalah sebagai berikut (Febriana, 2018):

1. Pembentukan himpunan semesta (U)

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$$

dimana D_1 dan D_2 adalah nilai konstanta yang ditentukan oleh peneliti, D_{min} adalah data terkecil, dan D_{max} adalah data terbesar.

2. Menentukan interval

Menggunakan rumus Sturges berikut untuk mengetahui banyak interval:

$1 + 3,322 \log(n)$
 dimana n adalah jumlah data observasi.
 Kemudian mencari panjang interval dengan rumus berikut:

$$\text{Panjang interval} = \frac{D_{\min} - D_{\max}}{\text{jumlah interval}}$$

- Menentukan himpunan *fuzzy*
 Himpunan *fuzzy* adalah sebuah rangkaian kesatuan dari derajat keanggotaan (*grad of membership*). Misalkan U adalah himpunan semesta, dengan $\{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$. Kemudian variabel linguistik A_i terhadap U dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{u_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{u_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{u_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{u_{A_i}(u_n)}{u_n}$$

$$u_{A_i} : U \rightarrow [0, 1]$$

Jika u_j adalah keanggotaan dari A_i , maka $u_{A_i}(u_j)$ adalah derajat keanggotaan u_j terhadap A_i .

- Melakukan fuzzifikasi
 Fuzzifikasi dilakukan sesuai dengan intervalnya. Kemudian data asli dikelompokkan berdasarkan jumlah interval. Misal data pertama masuk pada rentang interval u_1 , maka fuzzifikasinya adalah A_1 .
- Menentukan *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG).
 Menentukan FLR dan membuat grup sesuai dengan FLR yang terbentuk. Contoh jika FLR berbentuk $A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_1 \rightarrow A_1$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

- Melakukan defuzzifikasi dan melakukan perhitungan peramalan.
 Misalkan $F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_n$, maka persamaan untuk mencari nilai peramalan akhir adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}(t) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{k}$$

dimana, $\hat{y}(t)$ adalah defuzzifikasi dan m_i adalah nilai tengah dari A_i .

F. Average Forecasting Error Rate (AFER)

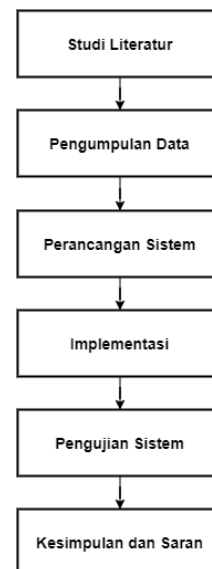
AFER adalah perhitungan tingkat kesalahan yang dihitung dengan menunjukkan perbedaan antara data nyata dan data yang diprediksi. Berikut merupakan persamaan perhitungan AFER (Jilani, Burney, & Ardil, 2007):

$$AFER = \frac{\sum_{i=1}^n |(A_i - F_i)/A_i|}{n} \times 100\%$$

Dimana, A_i = Data Aktual
 F_i = Data Peramalan
 n = Banyak Data

G. Tahapan Penelitian

Pada metode penelitian terdapat langkah-langkah atau tahapan penelitian, tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian
 Sumber: Hasil Pengamatan

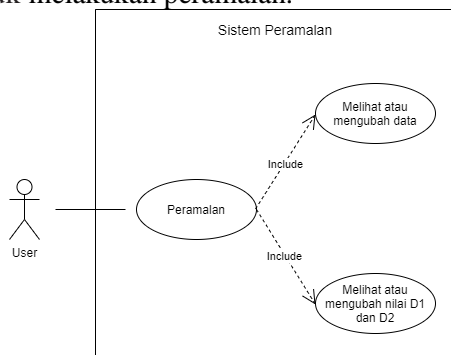
H. Bagan Aliran Program (Flowchart)



Gambar 2. Flowchart Fuzzy Time Series Chen
 Sumber: Hasil Pengamatan

I. Use Case Diagram

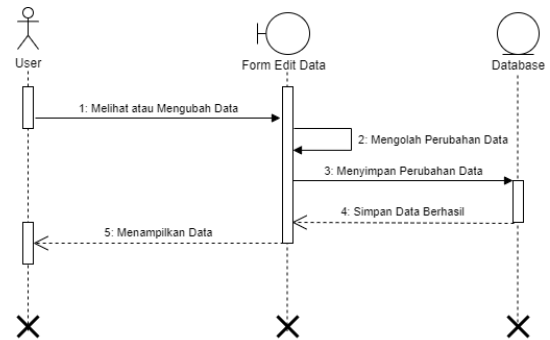
Use Case Diagram mewakili fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna. Ada satu jenis pengguna dalam sistem ini, yaitu *User*. Sistem ini memungkinkan *User* untuk menampilkan atau memodifikasi kumpulan data, kemudian *User* dapat melihat atau mengubah nilai D1 dan D2 untuk melakukan peramalan.



Gambar 3. Use Case Diagram
 Sumber: Hasil Pengamatan

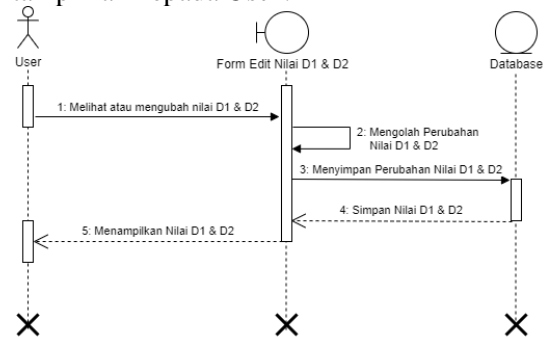
J. Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan interaksi dalam bentuk pesan yang ditampilkan antara objek dalam sistem dan di sekitarnya terhadap waktu. Pada Gambar 4, *User* dapat melihat atau mengubah data di dalam form edit data, kemudian data diolah dan perubahan tersebut disimpan ke dalam database, lalu database mengirim kembali perubahan data yang sudah tersimpan ke dalam form untuk kemudian ditampilkan kepada *User*.



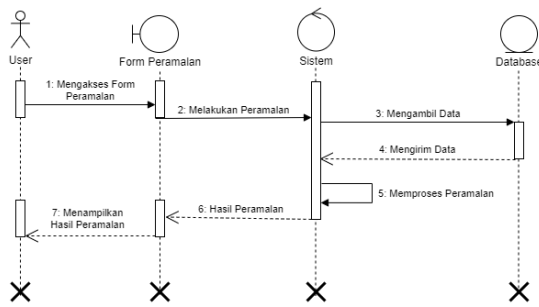
Gambar 4. Sequence Diagram Data
 Sumber: Hasil Pengamatan

Pada Gambar 5 dibawah, *User* dapat melihat atau mengubah nilai D1 & D2 di dalam form edit nilai D1 & D2, kemudian nilai D1 & D2 diolah dan perubahan tersebut disimpan ke dalam database, lalu database mengirim kembali perubahan nilai D1 & D2 yang sudah tersimpan ke dalam form untuk kemudian ditampilkan kepada *User*.



Gambar 5. Sequence Diagram D1 & D2
 Sumber: Hasil Pengamatan

Pada Gambar 6 dibawah, *User* mengakses form peramalan, lalu form mengirim perintah untuk melakukan peramalan di dalam sistem, lalu sistem mengambil data dari database, dan database mengirim data tersebut ke dalam sistem, kemudian sistem memproses peramalan dan mengirim hasil peramalan kepada form, lalu form menampilkan hasil peramalan kepada *User*.



Gambar 6. Sequence Diagram Peramalan
 Sumber: Hasil Pengamatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2019 tentang jumlah penduduk miskin yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta dengan periode tahunan sebanyak 19 data.

Pertama, nilai D_1 dan D_2 harus dimasukkan, kemudian proses penghitungan himpunan semesta dalam beberapa interval dilanjutkan dengan penentuan himpunan *fuzzy*, proses fuzzifikasi, FLR, FLRG, perhitungan defuzzifikasi, perhitungan hasil peramalan dan nilai AFER. PHP adalah bahasa pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini.

Dua skenario pengujian digunakan dalam penelitian ini, yaitu uji pengaruh nilai D_1 dan D_2 , dan uji hasil peramalan.

A. Uji Pengaruh Nilai D_1 dan D_2

Uji pengaruh nilai D_1 dan D_2 dilakukan dengan memasukkan nilai D_1 dan D_2 yang berbeda, yaitu 50, 100, 200, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 10000, 20000, 30000, 40000, 50000, dan 100000 pada masing-masing provinsi di Pulau Jawa. Dan menghasilkan kesimpulan bahwa jika nilai D_1 semakin besar, maka tingkat akurasi peramalan semakin turun, dan jika nilai D_2 semakin besar, maka tingkat akurasi peramalan semakin naik, kecuali terdapat anomali pada Provinsi Banten dan DKI Jakarta, seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Pengaruh D_1

No	Provinsi	D1	Akurasi
----	----------	----	---------

1	Jawa Timur	naik	turun
2	Jawa Tengah	naik	turun
3	DI Yogyakarta	naik	turun
4	Jawa Barat	naik	turun
5	Banten	naik	naik
6	DKI Jakarta	naik	naik

Sumber : Hasil Pengamatan

Tabel 2. Pengaruh D_2

No	Provinsi	D2	Akurasi
1	Jawa Timur	naik	naik
2	Jawa Tengah	naik	naik
3	DI Yogyakarta	naik	naik
4	Jawa Barat	naik	naik
5	Banten	naik	turun
6	DKI Jakarta	naik	turun

Sumber : Hasil Pengamatan

B. Uji Hasil Peramalan

Berdasarkan hasil analisa pengaruh nilai D_1 dan D_2 , dengan menggunakan nilai D_1 yang kecil dan D_2 yang besar, yaitu $D_1 = 50$, dan $D_2 = 100000$ diperoleh tingkat akurasi peramalan terbaik yaitu pada Provinsi Jawa Barat sebesar 96,87%, seperti pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Peramalan

Provinsi	AFER (%)	Akurasi (%)	Peramalan
Jawa Timur	5,83	94,17	4481118
Jawa Tengah	4,63	95,37	4109692
DI Yogyakarta	3,94	96,06	490338
Jawa Barat	3,13	96,87	3640485
Banten	14,02	85,98	819080
DKI Jakarta	8,55	91,45	377275

Sumber : Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan implementasi *Fuzzy Time Series* Chen dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Semakin besar nilai D_1 maka tingkat akurasi peramalan semakin turun, kecuali terdapat anomali pada Provinsi Banten dan DKI Jakarta.
2. Semakin besar nilai D_2 maka tingkat akurasi peramalan semakin naik, kecuali

terdapat anomali pada Provinsi Banten dan DKI Jakarta.

3. Tingkat akurasi peramalan terbaik yaitu pada data jumlah penduduk miskin di Provinsi Jawa Barat sebesar 96,87%.
4. Hasil peramalan pada tahun 2020 di Provinsi Jawa Timur adalah 4.481.118 jiwa, di Provinsi Jawa Tengah adalah 4.109.692 jiwa, di Provinsi DI Yogyakarta adalah 490.338 jiwa, di Provinsi Jawa Barat adalah 3.640.485 jiwa, di Provinsi Banten adalah 819.080 jiwa, dan di Provinsi DKI Jakarta adalah 377.275 jiwa.

b. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran peneliti adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya, dapat menerapkan metode *Fuzzy Time Series* dengan model yang lain, seperti : *Fuzzy Time Series* Cheng, *Fuzzy Time Series* Lee, *Fuzzy Time Series* Ruey Chyn Tsaur, dan lain – lain untuk mendapatkan metode yang paling akurat.
2. Selanjutnya dapat menggunakan data jumlah penduduk miskin di provinsi yang lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Admirani, I. 2018. Penerapan Metode Fuzzy Time Series untuk Prediksi Laba pada Perusahaan. *Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, 10(1), 19–31.
- Arifianto, E. 2010. Mengukur Kinerja Kota-kota di Indonesia dengan Pendekatan City Development Index (CDI): Kajian Studi pada 32 Kota di Pulau Jawa Tahun 2008. *Tesis (dipublikasikan) Universitas Indonesia*.
- Chrysafiadi, K., & Virvou, M. 2012. Evaluating the Integration of Fuzzy Logic into the Student Model of a Web-based Learning Environment. *Expert Systems with Applications*, 39(18), 13127–13134.
- Febriana, E. T. 2018. Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi untuk Meramalkan Jumlah Penumpang dan Kendaraan Kapal. *Skripsi (dipublikasikan) Universitas Islam Indonesia*.
- Firman, A., Wowor, H. F., & Najoran, X. 2016. Sistem Informasi Perpustakaan Online Berbasis Web. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer Universitas Sam Ratulangi Vol.5 No.2 Januari-Maret 2016*, 5(2).
- Heriyanto, Y. 2018. Perancangan Sistem Informasi Rental Mobil Berbasis Web pada PT. APM Rent Car. *Jurnal Intra-Tech Volume 2, No.2 Oktober 2018*, 2(2), 64–77.
- Murahartawaty. 2009. Peramalan. *Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Telkom*.
- Nasution, H. 2012. Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Jurnal ELKHA*, 4(2), 4–8.
- Noviani, D. Prambudi, F. Mulyadi. 2020. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Pepaya Menggunakan Metode Backward Chaining Berbasis Web. *Buletin Poltanesa*, 21(2), 50–57.
- Nugroho, K. 2007. Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *INFOKAM Nomor I Th. XII/MARET/ 16*, 46–50.
- Nurwati, N. 2008. Kemiskinan: Model Pengukuran, Permasalahan dan Alternatif Kebijakan. *Jurnal Kependudukan Padjadjaran*, 10(1), 245387.
- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., & Wijoyo, S. H. 2018. Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(11), 4767–4776.
- Putra, N. A., Kurniawan, H., Ritha, N. 2013. Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Fuzzy Time Series Model Chen (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Rahmadani, V. S., Raharjana, I. K., & Taufik, T. 2015. Penerapan Reverse

- Engineering Dalam Penentuan Pola Interaksi Sequence Diagram Pada Sampel Aplikasi Android. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 1(1), 25.
- Rahmadiani, Ani; Anggraeni, W. 2012. Implementasi Fuzzy Neural Network untuk Memperkirakan Jumlah Kunjungan Pasien Poli Bedah di Rumah Sakir Onkologi Surabaya. *Jurnal Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*, 1, 1–5.
- Rosadi, D. 2006. Pengantar Analisa Runtun Waktu. *Sains Dan Seni ITS*, 3(2), A34–A39.
- Saleh, M., Ainoer Rizzal, M. D., & Jumiati, A. 2017. Determinan Jumlah Penduduk Miskin di Jawa Periode 2007-2015. *E-Journal Ekonomi Bisnis Dan Akuntansi*, 4(2), 164.
- Setiani, F. E. 2019. Pengaplikasian Fuzzy Time Series Chen dan Fuzzy Time Series Cheng dalam Memprediksi Kurs Rupiah Terhadap Program Studi Matematika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta 2019 M / 1440 H. *Skripsi (dipublikasikan) Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Sriyana, J., & Raya, F. 2013. Peran Bmt Dalam Mengatasi Kemiskinan Di Kabupaten Bantul. *Jurnal Inferensi*, 7(1), 29.
- Syamsiah. 2019. Perancangan Flowchart dan Pseudocode Pembelajaran Mengenal Angka dengan Animasi untuk Anak PAUD Rambutan. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 86–93.
- Tambajong, G. J., Tilaar, S., & Rogi, O. H. A. 2019. Korelasi Antara Harga Lahan Dengan Kepadatan Terbangun Di Kecamatan Malalayang, Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 6(1), 24–32.
- Tauryawati, M. L., & Irawan, M. I. 2014. Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(2), A34–A39.
- Uhsinatul M., W., & Rofi, A. 2013. Perubahan Angka Kemiskinan Di Provinsi Jawa Timur Pada Pra Dan Era Otonomi Daerah. *Jurnal Bumi Indonesia*.