

FUZZY TIME SERIES MODEL CHENG UNTUK MERAMALKAN VOLUME HASIL PANEN PADA TANAMAN GARUT

Rifki Indra Perwira ⁽¹⁾, Danang Yudhiantoro ⁽²⁾, Endah Wahyurini ⁽³⁾

¹Jurusan Informatika, UPN "Veteran" Yogyakarta

²Jurusan Manajemen, UPN "Veteran" Yogyakarta

³Jurusan Agroteknologi, UPN "Veteran" Yogyakarta

e-mail : rifki@upnyk.ac.id⁽¹⁾, danangyudhiantoro@gmail.com⁽²⁾, endahwahyurini@yahoo.com⁽³⁾

Abstract

Arrowroot is an alternative food substitute that can be used as processed flour or starch. This arrowroot can also produce several processed products such as arrowroot chips. The number of arrowroot requests from various regions causes the need for accurate calculations related to the volume of harvest from the arrowroot. Fuzzy logic is a method that can be used to predict arrowroot yields every period to meet market demand. The parameters used in this system are based on environmental data (temperature humidity, climate, altitude), genetic data (age and variety), and cultivation technique data (seed quality, fertilizing, planting media). The results of this study are in the form of an application to predict the volume of arrowroot crop yields based on these parameters. From the results of MAPE, get a percentage of 11.7% which indicates that the level of accuracy using the fuzzy cheng time series model is said to be useful for forecasting on arrowroot plants.

Keywords : Arrowroot, Fuzzy time series cheng, MAPE, Prediction

Tanaman Garut merupakan alternative pengganti bahan pangan yang dapat dijadikan sebagai olahan tepung atau pati. Garut ini juga dapat menghasilkan beberapa produk olahan seperti emping garut. Banyaknya permintaan garut dari berbagai daerah menyebabkan perlu perhitungan akurat terkait volume hasil masa panen dari tanaman garut. Logika fuzzy merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk memprediksi hasil panen garut setiap periodenya untuk memenuhi permintaan pasar. Parameter yang digunakan pada sistem ini berdasarkan data lingkungan (kelembaban suhu, iklim, ketinggian tempat), data genetic (umur dan varietas) dan data teknik budidaya (kualitas bibit, pemupukan, media tanam). Hasil penelitian ini adalah berupa aplikasi untuk memprediksi volume hasil panen tanaman garut berdasarkan parameter tersebut. Dari hasil MAPE mendapatkan prosentase sebesar 11,7% yang mengindikasikan bahwa tingkat akurasi menggunakan fuzzy time series model cheng dikatakan baik untuk melakukan peramalan pada tanaman garut.

Kata Kunci : Garut, Cheng fuzzy time series, MAPE, Prediksi

1. PENDAHULUAN

Tanaman Garut ini merupakan jenis herba, tegak, berumpun dan merupakan tanaman tahunan. Tinggi tanaman mencapai 0,5–1,5 m, dengan batang berdaun dan mempunyai percabangan menggarpu. Selain sebagai sumber karbohidrat, rimpang garut juga memiliki manfaat kesehatan terutama bagi penderita diabetes atau penyakit kencing manis. Rimpang garut memiliki indeks glisemik yang lebih rendah (14) dibanding rimpang-rimpangan lainnya, seperti gembili (90), kimpul (95), ganyong (105), dan ubijalar (179). Rimpang garut berpotensi sebagai pangan lokal dan dapat diolah menjadi pati dan emping. Pati garut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti terigu dalam pengolahan pangan seperti kue, cake, roti (Djaafar et al. 2010) dan pasta ikan. Emping garut tidak mengandung kolesterol sehingga banyak disukai.

Banyaknya permintaan olahan tanaman garut menyebabkan UKM. Lancar Rejeki kesulitan untuk memenuhi karena keterbatasan umbi garut. Masa panen yang stabil dua tahun sekali tidak selalu menghasilkan volume umbi yang besar. Susilawati dan Endah (2018) telah meneliti tentang volume hasil panen satu periode menghasilkan umbi 60 kg dari bibit umbi dengan tiga mata tunas. Selama ini dalam memenuhi permintaan pasar sangat bergantung pada subjektifitas para petani garut (UKM. Lancar Rejeki). Dengan cara subjektif ini mengakibatkan banyak masalah, antara lain terjadi kekurangan stok umbi garut untuk memenuhi permintaan

konsumen, banyak umbi yang ternyata rusak dan tidak bagus untuk pengolahan lebih lanjut, sedangkan disisi lain masa panen hanya satu tahun maksimal 2 periode sehingga stok umbi garut harus dihitung supaya cukup untuk untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Fuzzy time series merupakan salah satu metode yang akurat dalam memprediksi. Chao (2004) pernah melakukan penelitian dengan topik memprediksi jumlah turis menggunakan time series. Mey dan Irawan (2014) juga pernah meneliti untuk memprediksi IHSG. Pada tahun 2015, Sandino dkk juga melakukan penelitian tentang prediksi penjualan.

Dari permasalahan diatas, UKM. Lancar Rejeki membutuhkan suatu aplikasi yang dapat memprediksi volume panen tanaman garut. Dalam makalah ini menggunakan acuan data-data panen periode sebelumnya untuk memprediksi hasil panen periode berikutnya. Pengujian akurasi fuzzy time series ini menggunakan Meas Absolute Percentage Error (MAPE) .

2. METODE PENELITIAN

Observasi

Makalah ini menggunakan data eksperimen yang diperoleh dari data-data hasil panen tanaman garut periode sebelumnya. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman garut (Gardner, 1991).

Wawancara

Informasi yang diperoleh pada makalah ini dilakukan dengan cara wawancara. Wawancara dilakukan terhadap beberapa narasumber terkait pertanyaan-pertanyaan seputar garut dan budidayanya. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan kepada UKM. Lancar Rejeki.

1. Bu Roimah, selaku ketua UKM. Lancar Rejeki yang telah pengalaman dalam melakukan budidaya tanaman garut di desa kadireso menyatakan bahwa waktu panen garut sekitar bulan September – oktober. Karakteristik hasil panen garut setiap periode dapat berbeda tergantung cuaca.
2. Pak Suwardi, selaku petani garut yang telah berpengalaman melakukan budidaya dan teknologi hasil pertaniannya terhadap garut menyatakan selain cuaca, ada faktor kualitas bibit dan ph tanah.

Metode Fuzzy Time Series Cheng

Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama. Berikut adalah tahapan-tahapan peramalan pada data *time series* dengan menggunakan FTS Cheng (Karasan, Sevim, & Çinar, 2017)

Menentukan himpunan semesta (U) data aktual, yaitu:

$$U = [\text{Min}, \text{Max}] \dots \dots \dots (1)$$

di mana Min adalah data terkecil, Max adalah data terbesar .

Penentuan lebar interval menggunakan distribusi frekuensi, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Menentukan rentang (range) dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \text{Max} - \text{Min} \dots \dots \dots (2)$$

di mana adalah rentang Max adalah data terbesar Min adalah data terkecil.

Menentukan banyaknya interval kelas dengan menggunakan Persamaan Sturges. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,3 \times \log(n) \dots \dots \dots (3)$$

Menentukan lebar interval. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{Range Data (R)}}{\text{Nilai Interval (K)}} \dots \dots \dots (4)$$

Mencari nilai tengah, dengan rumus sebagai berikut:

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2} \dots \dots \dots (5)$$

di mana i adalah banyaknya himpunan *fuzzy*.

Mendefinisikan himpunan *fuzzy*, himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k dapat dibentuk berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya. Untuk menyederhanakan, maka nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A_i berada diantara 0,0.5,1 dimana $1= i= n$, n adalah jumlah interval yang telah dibagi sebelumnya (Hayati & Wahyuningsih, 2017).

Membuat table fuzzyfikasi dan *fuzzy logic relationship* (FLR) berdasarkan data aktual. FLR dapat dilambangkan oleh $A_i \rightarrow A_j$, di mana A_i disebut *current state* dan A_j disebut *next state* (Hayati & Wahyuningsih, 2017).

Menentukan bobot relasi FLR menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama (Hayati & Wahyuningsih, 2017).

(t = 1) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

(t = 2) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1

(t = 3) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2

(t = 4) $A_1 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 3

(t = 5) $A_2 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2

di mana menyatakan waktu. Kemudian bobot yang didapat pada relasi FLR dimasukkan ke dalam bentuk matriks pembobot (W) yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pp} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (6)$$

di mana W adalah matriks pembobot w_{ij} adalah bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j dengan $i = 1, 2, \dots, p, j = 1, 2, \dots, p$.

Kemudian mentransfer bobot FLRG tersebut ke dalam bentuk matriks pembobot terstandarisasi (W^*) yang persamaannya ditulis sebagai berikut:

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & \dots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & \dots & w_{2p}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{p1}^* & w_{p2}^* & \dots & w_{pp}^* \end{bmatrix} \dots \dots \dots (7)$$

di mana W^* adalah matriks pembobot terstandarisasi dengan $w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^p w_{ij}}$

Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan, matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dikalikan dengan m_i . Mencari nilai tengah (m_i) pada interval himpunan *fuzzy* dapat menggunakan Persamaan matrika pembobotan terstandarisasi (Karasan et al., 2017). Sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_1 = w_{11}^*(m_1) + w_{12}^*(m_2) + \dots + w_{1p}^*(m_p) \dots \dots \dots (8)$$

Apabila hasil fuzzyfikasi periode ke- i adalah A_i , dan A_i tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \emptyset$, di mana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada U_i , maka nilai peramalan (F_i) adalah nilai tengah dari U_i , atau didefinisikan dengan m_i . (Fahmi dkk, 2013)

Standar umum pengukuran kesalahan prediksi yang digunakan adalah Mean Square Error (MSE) untuk mengetahui tingkat kesalahan atau selisih nilai peramalan dengan nilai sebenarnya dengan hasil (+) atau (-) dan mean absolute error (MAE) hasil MSE yang diabsolutkan, dan mean absolute percentage error (MAPE) untuk persentase akurasi (Gustriansyah, 2017).

Nilai MAPE digunakan untuk menganalisis kinerja proses prediksi seperti yang tertera pada

Tabel 1. Nilai MAPE Untuk Evaluasi Prediksi

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
MAPE ≤ 10%	Tinggi
10% < MAPE ≤ 20%	Baik
20% < MAPE ≤ 50%	Reasonable
MAPE > 50%	Rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Logika Fuzzy Time Series Cheng Himpunan Semesta

Setelah mendapatkan data hasil panen dalam beberapa bulan trakhir maka tahapan berikutnya mencari nilai data dengan nilai terkecil dan terbesar yaitu (Max = 200, Min = 112). Maka himpunan semesta yaitu sebagai berikut; $U = [112, 200]$

Mencari Panjang Interval

Panjang interval menggunakan distribusi frekuensi memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

Menghitung *range*, berdasarkan rumus 2 maka didapatkan *range* sebagai berikut:

$$R = (\text{Max} - \text{Min})$$

$$R = (200 - 112) = 88$$

Menghitung nilai interval, berdasarkan rumus 3 maka didapatkan nilai interval sebagai berikut:

$$K = 1 + 3,3 \times \log(n)$$

$$= 1 + 3,3 \times \log(14)$$

$$= 4,78 \text{ dibulatkan menjadi } 5$$

Menghitung lebar interval, berdasarkan rumus 4 maka didapatkan lebar interval sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{Range Data (R)}}{\text{Nilai Interval (K)}}$$

$$= \frac{88}{5}$$

$$= 17,6$$

Kemudian menentukan frekuensi setiap interval, frekuensi didapat dari jumlah data hasil panen yang terletak didalam masing-masing interval. Tabel berikut merupakan hasil frekuensi dan nilai tengah setiap frekuensi.

Tabel 2. Frekuensi Data dan Nilai Tengah

Interval	Frekuensi	Nilai Tengah	Kondisi	
$U_1 = (112, 129.6)$	2	m_1	120.8	Pertama
$U_2 = (129.6, 147.2)$	3	m_2	138.4	Pertama
$U_3 = (147.2, 164.8)$	2	m_3	156	Pertama
$U_4 = (164.8, 182.4)$	3	m_4	173.6	Pertama
$U_5 = (182.4, 200)$	4	m_5	191.2	Pertama

Fuzzyfikasi Data

Fuzzyfikasi dapat terbentuk berdasarkan interval yang telah terbentuk sebelumnya, yaitu A_1 untuk interval U_1 dan seterusnya. Tabel berikut merupakan hasil fuzzyfikasi data.

Tabel 3. Fuzzyfikasi Data

Periode	Hasil Panen (Kg)	Fuzzyfikasi	Relasi
2014- kuartal 1	134	A_2	—
2014- kuartal 2	176	A_4	$A_2 \rightarrow A_4$
2015- kuartal 1	200	A_5	$A_4 \rightarrow A_5$
2015- kuartal 2	186	A_5	$A_5 \rightarrow A_5$
2016- kuartal 1	155	A_3	$A_5 \rightarrow A_3$
2016- kuartal 2	187	A_5	$A_3 \rightarrow A_5$
2017- kuartal 1	142	A_2	$A_5 \rightarrow A_2$
2017- kuartal 2	122	A_1	$A_2 \rightarrow A_1$
2018- kuartal 1	112	A_1	$A_1 \rightarrow A_1$
2018- kuartal 2	156	A_3	$A_1 \rightarrow A_3$
2019- kuartal 1	192	A_5	$A_3 \rightarrow A_5$
2019- kuartal 2	166	A_4	$A_5 \rightarrow A_4$

Periode	Hasil Panen (Kg)	Fuzzyfikasi	Relasi
2020- kuartal 1	143	A_2	$A_4 \rightarrow A_2$
2020- kuartal 2

Tabel 4. Fuzzy Logic Relationship Group

Group 1	$A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3$
Group 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2 \rightarrow A_4$
Group 3	$A_3 \rightarrow A_5$
Group 4	$A_4 \rightarrow A_2, A_4 \rightarrow A_5$
Group 5	$A_5 \rightarrow A_2, A_5 \rightarrow A_3, A_5 \rightarrow A_4, A_5 \rightarrow A_5$

Pembobotan

Pembobotan dilakukan berdasarkan proses relasi fuzzy pada keseluruhan data didalam proses Fuzzyfikasi, sehingga akan diketahui pembobotannya kemudian dimasukkan kedalam matriks yang kemudian akan di normalisasikan, hasilnya seperti tabel berikut:

Tabel 5. Pembobotan

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	1	-	1	-	-
A_2	1	-	-	2	-
A_3	-	-	-	-	2
A_4	-	1	-	-	1
A_5	-	1	1	1	1

Tabel 6. Pembobotan Ternormalisasi

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	$\frac{1}{2}$	-	$\frac{1}{2}$	-	-
A_2	$\frac{1}{3}$	-	-	$\frac{2}{3}$	-
A_3	-	-	-	-	$\frac{2}{2}$
A_4	-	$\frac{1}{2}$	-	-	$\frac{1}{2}$
A_5	-	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

Menghitung Nilai Peramalan

Setelah proses pembobotan kemudian menghitung nilai peramalan dengan menggunakan rumus 8. Perhitungannya seperti berikut ini:

$$F_1 = [m_1, m_3] * [A_1, A_3]$$

$$= [120.8, 156] * [\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$$

$$= 60.4 + 78$$

$$= 138.4$$

$$F_2 = [m_1, m_4] * [A_1, A_4]$$

$$= [120.8, 173.6] * [\frac{1}{3}, \frac{2}{2}]$$

$$= 40.266 + 115.733$$

$$= 155.9$$

$$F_3 = [m_5] * [A_5]$$

$$= [191.2] * [\frac{2}{2}]$$

$$= 191.1$$

$$F_4 = [m_2, m_5] * [A_2, A_5]$$

$$= [138.4, 191.2] * [\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$$

$$= 69.2 + 95.6$$

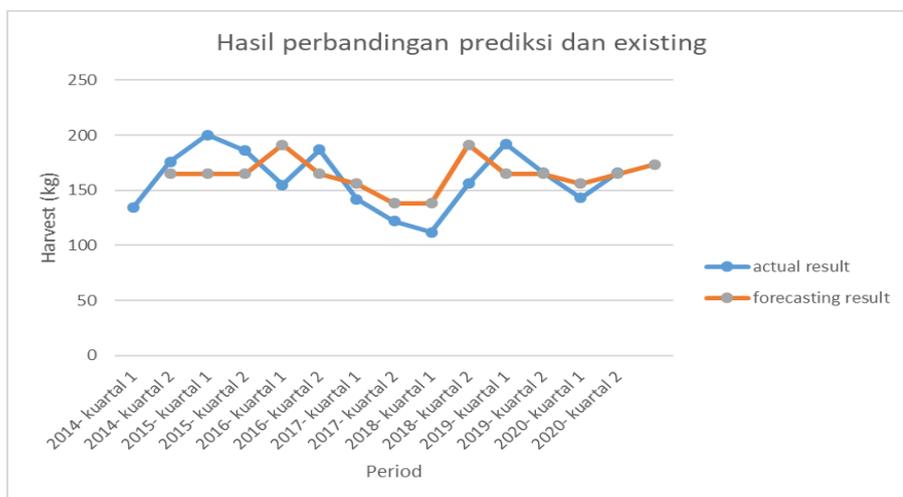
$$= 164.8$$

$$F_5 = [m_2, m_3, m_4, m_5] * [A_2, A_3, A_4, A_5]$$

$$= [138.4, 156, 173.6, 191.2] * [1/4, 1/4, 1/4, 1/4]$$

$$= 34.6 + 39 + 43.4 + 47.8$$

$$= 164.8$$



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil Peramalan

Tingkat Akurasi (MAPE)

Nilai peramalan yang sudah didapat tersebut diletakkan pada masing-masing himpunan fuzzy serta menghitung nilai error / kesalahan yang dihasilkan menggunakan Algoritma Fuzzy Time Series Model Cheng. Tabel dibawah ini merupakan hasil akurasi MAPE.

Tabel 7. Tabel MAPE

No.	Periode	Nilai Error	MAPE	Tingkat Akurasi
1	2014-kuartal 1	-	-	-
2	2014-kuartal 2	0.063	6.3 %	Tinggi
3	2015-kuartal 1	0.176	17.6 %	Baik
4	2015-kuartal 2	0.113	11.3 %	Baik
5	2016-kuartal 1	0.233	23.3 %	Reasonable
6	2016-kuartal 2	0.118	11.8 %	Baik
7	2017-kuartal 1	0.097	9.7 %	Tinggi
8	2017-kuartal 2	0.134	13.4 %	Baik
9	2018-kuartal 1	0.235	23.5 %	Reasonable
10	2018-kuartal 2	0.225	22.5 %	Reasonable
11	2019-kuartal 1	0.141	14.1 %	Baik
12	2019-kuartal 2	0.007	0.7 %	Tinggi
13	2020-kuartal 1	0.090	9.0 %	Tinggi
14	2020-kuartal 2	0.007	0.7 %	Tinggi
	Hasil Pramalan	0.117	11.7 %	Baik

Dari tabel diatas didapat rata-rata error sebanyak 0.117 dan presentase nilai MAPE sebanyak 11.7 %. Dengan demikian dapat disimpulkan tingkat akurasi dari hasil peramalan menggunakan logika fuzzy time series model cheng memiliki tingkat akurasi yang baik.

KESIMPULAN

Metode fuzzy time series Cheng dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk meramalkan hasil panen dari tanaman garut. Berdasarkan hasil peramalan tersebut diperoleh tingkat akurasi MAPE tersebut kurang dari sebesar 11.7% sehingga dapat disimpulkan bahwa

peramalan volume hasil panen tanaman garut dengan menggunakan metode fuzzy time series menghasilkan nilai peramalan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chao-Hung Wang, Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory Author links open overlay panel, *Tourism Management*, Volume 25, Issue 3, June 2004, Pages 367-374
- Djaafar, T.F., Sarjiman dan A.B. Pustika. 2010. Pengembangan Budi Daya Tanaman Garut dan Teknologi Pengolahannya untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(1), 2010.
- Susilowati., Endah, W. 2018. Pengaruh Asam Giberelat Dan Ukuran Stek Umbi Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Garut (*Maranta Arundinaceae*). Prosiding Seminar Nasional LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., dan Mitchell, R.I. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya* (diterjemahkan oleh Herawati Susilo). UI Press, Jakarta.
- Gustriansyah, R. (2017). ANALISIS METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING DENGAN BROWN EXPONENTIAL SMOOTHING PADA STUDI KASUS. 7–12.
- Hayati, M. N., & Wahyuningsih, S. (2017). Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng Forecasting Using Fuzzy Time Series Cheng Method. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 8, 51–56.
- Karasan, A., Sevim, İ., & Çinar, M. (2017). Fuzzy Time Series. *Digital Marketing and Consumer Engagement*, VIII(2), 157–190. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5187-4.ch010>
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. (2013). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Maharani, N. A. (2018). *Implementasi Location Based Service (LBS) Untuk Safety Reporting System Menggunakan Metode A-GPS Dan WIFI Based Indoor Positioning*. 28828.
- Mey Lista Tauryawati, M Isa Irawan Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG., *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS* Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- Rakhman, A. Z., Wulandari, H. N., Maheswara, G., & Kusumadewi, S. (2012). Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Sebagai Pemberi Saran Pemilihan Konsentrasi (Studi Kasus : Jurusan Teknik Informatika Uii), 2012(Snati), 15–16.
- Ruey Chin Tsaur, *Sunneng Sandino Berutu, Eko Sedyono, Priyo Sidik Sasongko*, Peramalan Penjualan dengan Metode Fuzzy Time Series, *Jurnal himsya Tech*, Vol 11, No 1 (2015)
- Ula, M. (2014). *Implementasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus : Toko Kain My Text)*. 1(2).