

## PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI PADI DI SULAWESI TENGGARA MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TIME SERIES*

Djafar<sup>\*1</sup>, Muh. Ihsan Sarita<sup>2</sup>, Yuwanda Purnamasari Pasrun<sup>3</sup>

<sup>\*1,2,3</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Kendari

e-mail: <sup>1</sup>djafar@gmail.com, <sup>2</sup>ihsansarita@yahoo.co.id, <sup>3</sup>yuwandapurnamasari@gmail.com

### Abstrak

Padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting di dunia setelah gandum dan jagung. Padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting karena beras masih digunakan sebagai makanan pokok serta merupakan komoditas strategis di Indonesia. Terkhusus untuk Sulawesi tenggara, produksi padi terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, namun tidak diketahui perkiraan peningkatan produksi padi pada tahun berikutnya sehingga tidak terdapat gambaran mengenai peningkatan produksi padi tersebut. Perkiraan ini dapat dilakukan menggunakan Metode peramalan *Fuzzy Time Series*. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya dan menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu sistem pembelajaran yang rumit.

Metode *Fuzzy Time Series* yang digunakan untuk meramalkan jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara. Data yang digunakan pada peramalan ini yaitu data tahun 1974 sampai dengan 2014 dan menghasilkan peramalan produksi padi pada tahun 2015 sebesar 657768.25191 Ton dengan MAPE sebesar 5.51%. Toleransi kesalahan peramalan yaitu sebesar 10% sehingga prediksi jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara berada di bawah batas toleransi kesalahan.

**Kata kunci**—Padi, *Fuzzy Time Series*, Produksi

### Abstract

*Rice is a very important food crop in the world after wheat and corn. Rice is a very important food crop because rice is still used as staple food and is a strategic commodity in Indonesia. Especially for Sulawesi tenggara, rice production continues to increase from year to year, but unknown estimates increase rice production in the next year so there is no picture of the increase in rice production. This estimation can be done using the Fuzzy Time Series forecasting method. The forecasting system with Fuzzy Time Series uses fuzzy principles as its basis and captures patterns from past data which are then used to project future data. The process also does not require a complicated learning system.*

*The Fuzzy Time Series method used to predict the amount of rice production in Southeast Sulawesi. The data used in this forecast is the data from 1974 to 2014 and produce forecasting rice production in 2015 of 657768.25191 Ton with MAPE of 5.51%. Forecasting error tolerance is 10% so the prediction of the amount of rice production in Southeast Sulawesi is below the limit of fault tolerance.*

**Keywords**—Rice, *Fuzzy Time Series*, Production

### 1. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting di dunia setelah gandum dan jagung. Padi merupakan tanaman pangan yang sangat penting karena beras masih digunakan sebagai makanan pokok bagi sebagian besar penduduk dunia terutama Asia

sampai sekarang. Beras merupakan komoditas strategis di Indonesia karena beras mempunyai pengaruh yang besar terhadap kestabilan ekonomi dan politik [1].

Terkhusus untuk Sulawesi tenggara, produksi padi terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, Badan Pusat Statistik (BPS) Sulawesi Tenggara mencatat

peningkatan yang cukup pesat terhadap jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara. BPS mencatat tahun 2014j umlah produksi padi Sulawesi Tenggara mencapai 657.617 ton, hal ini sejalan dengan rata-rata pengeluaran per kapita sebulan untuk daerah perkotaan dan pedesaan sebesar Rp.53256 untuk padi-padian dibandingkan dengan Rp.4902 untuk kelompok umbi-umbian, maupun kacang-kacangan yang hanya sebesar Rp.4343. Peningkatan produksi pertanian utamanya padi akan tetap menjadi kebutuhan bagi bangsa ini mengingat semakin meningkatnya kebutuhan pangan beras sejalan dengan meningkatnya penduduk dan kualitas hidup masyarakat. Peramalan jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara menjadi sangat penting karena hal ini mempengaruhi kebijakan pemerintah daerah mengenai jumlah produksi padi provinsi Sulawesi Tenggara.

Teknik peramalan terbagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan datanya tidak bias direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat (*judgement forecast*). Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang mendasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series* [2].

Data runtun waktu (*time series*) adalah suatu rangkaian pengamatan berdasarkan urutan waktu dari karakteristik kuantitatif dari satu atau kumpulan kejadian yang diambil dalam periode waktu tertentu [3]. Untuk menemukan pola yang terdapat dalam data runtun waktu (*time series*) sehingga dapat digunakan untuk meramalkan kejadian mendatang maka para peneliti mengadopsi metode-metode analisis data runtun waktu (*time series analysis*).

Salah metode dalam analisis data runtun waktu adalah dengan menggunakan system peramalan *Fuzzy Time Series*, system ini menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Prosesnya juga tidak membutuhkan suatu system pembelajaran yang rumit sebagaimana yang ada pada algoritma genetika (*genetic algorithm*), dan

jaringan saraf (*neural networks*) sehingga mudah untuk dikembangkan [4].

Berdasarkan uraian tersebut, akan dilakukan penelitian tentang Prediksi jumlah Produksi padi di Sulawesi Tenggara ini berdasarkan jumlah produksi padi pada tahun 1974 – 2014 di Sulawesi tenggara. Dengan hasil peramalan ini, diharapkan pemerintah bias mencanangkan beberapa kebijakan terkait jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Produksi

Produksi adalah merupakan segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa. Selain itu produksi dapat juga diartikan sebagai kegiatan menghasilkan barang maupun jasa atau kegiatan menambah nilai kegunaan atau manfaat suatu barang [5].

### 2.2 Tanaman Padi

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman semusim dengan morfologi berbatang bulat dan berongga yang disebut jerami. Daunnya memanjang dengan ruas searah batang daun. Pada batang utama dan anakan membentuk rumpun pada fase vegetatif dan membentuk malai pada fase generatif.

Air dibutuhkan tanaman padi untuk pembentukan karbohidrat di daun, menjaga hidrasi protoplasma, pengangkutan dan mentranslokasikan makanan serta unsur hara dan mineral. Air sangat dibutuhkan untuk perkecambahan biji. Pengisapan air merupakan kebutuhan biji untuk berlangsungnya kegiatan-kegiatan di dalam biji [6].

### 2.3 Data Runtun Waktu (*Time Series*)

*Time series* merupakan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya harian, bulanan, mingguan, tahunan, dan lain-lain. Kita dapat melihat contoh data *time series* pada data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (kurs), data produksi, dan lain-lain sebagainya. Jika kita amati masing-masing data tersebut terkait dengan waktu (*time*) dan terjadi berurutan. Misalnya data produksi minyak sawit dari tahun 2000 hingga 2009, data kurs Rupiah terhadap dollar Amerika Serikat dari tahun 2000 – 2006, dan lain-lain. Dengan

demikian maka akan sangat mudah untuk mengenali jenis data ini [7].

#### 2.4 Peramalan *Data Time Series*

Teknik peramalan terbagi menjadi 2(dua) kelompok yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dandatanya tidak bisa direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah peramalan pendapat (*judgement forecast*). Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan yang berdasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa kita sebut sebagai data *time series* [7].

#### 2.5 Pengukuran Peramalan

Pada prinsipnya, pengawasan peramalan dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Penggunaan teknik peramalan yang menghasilkan penyimpangan terkecil adalah teknik peramalan yang paling sesuai untuk digunakan.

Metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi pada data hasil peramalan terhadap data riil. Adapun perhitungan MAPE dapat dilihat pada Persamaan (1) [7].

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{x_t - f(t)}{x_t} \right| \times 100}{n} \times 100\% \quad (1)$$

#### 2.6 Himpunan *Fuzzy*

Pada dasarnya himpunan fuzzy merupakan perluasan dari himpunan klasik (crisp), pada himpunan klasik A suatu elemen akan memiliki 2 kemungkinan keanggotaan yaitu anggota A dinotasikan dengan  $\mu_A(x)$ . Pada himpunan klasik ada dua keanggotaan yaitu  $\mu_A(x) = 1$  apabila x merupakan anggota A dan  $\mu_A(x) = 0$  apabila x bukan anggota A. Himpunan Fuzzy memiliki 2 (dua) atribut yaitu sebagai berikut [10].

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dan sebagainya.

#### 2.7 *Fuzzy Time Series*

*Fuzzy Time Series* adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Sistem peramalan dengan *Fuzzy Time Series* menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang.

Berikut langkah-langkah penerapan *Fuzzy Time Series* [8]:

1. Data yang diramalkan adalah data *time series* dengan model  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .
2. Hitunglah persentase perubahan data dari tahun ke tahun dengan Persamaan (2).

$$d_t = \left( \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} \times 100\% \right), t = 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

dimana  $x_t$  = data pada waktu ke t,  $x_{t-1}$  = data pada waktu ke t - 1

3. Tentukan semesta pembicaraan (himpunan semesta)  $U$  dengan  $U = [LL, UL]$ , dimana LL adalah batas bawah yang nilainya dekat lebih kecil dengan persentase perubahan terkecil (minimum) dan UL adalah batas atas yang nilainya dekat lebih besar dari persentase perubahan terbesar (maksimum).
4. Bagi semesta pembicaraan ke dalam beberapa interval yang sama. Kemudian, kelompokkan  $dt$  ke dalam interval yang sesuai dan hitung frekuensi  $dt$  pada masing-masing interval.
5. Cacah interval berdasarkan jumlah frekuensi  $dt$  pada masing-masing interval. Pencacahan didasarkan pada frekuensi data terbesar hingga terkecil. Misalkan ada  $C$  buah interval, maka interval dengan frekuensi terbesar pertama dibagi  $C$  menjadi  $C$  buah interval dengan rentang interval yang sama. Untuk interval dengan frekuensi terbesar kedua dibagi  $C-1$  menjadi  $C-1$  buah interval dengan rentang interval yang sama. Begitu selanjutnya hingga sampai pada frekuensi terkecil dan tidak dapat dibagi lagi.
6. Misalkan  $u_1, u_2, \dots, u_n$  ada interval, maka akan ada sebanyak k himpunan *fuzzy* dengan masing-masing interval yang diperoleh melalui pencacahan pada langkah 5. sebagai domain himpunan *fuzzy*.

7. Definisikan himpunan *fuzzy*  $A_j$  dengan  $j = 1, 2, \dots, n$ , berdasarkan interval yang terbentuk dengan menggunakan fungsi keanggotaan *tringular*. Kemudian, cari titik tengah pada interval yang diperoleh untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan.
8. Meramalkan persentase perubahan data menggunakan fungsi keanggotaan *triangular* menggunakan Persamaan (3).

$$t_j = \begin{cases} \frac{1,5}{a_1 + 0,5}, & \text{jika } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{0,5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0,5}{a_{j+1}}}, & \text{jika } 2 \leq j \leq n-1 \\ \frac{1,5}{\frac{1}{a_{n-1}} + \frac{0,5}{a_n}}, & \text{jika } j = n \end{cases} \quad (3)$$

dimana  $t = 2, 3, \dots, n$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$ , sedangkan  $a_{j-1}, a_j, a_{j+1}$  adalah titik teman dari sub-interval  $u_{j-1}, u_j, u_{j+1}$ .

9. Menentukan nilai data berdasarkan hasil peramalan  $t_j \rightarrow F(t)$ , dimana  $F(t)$  adalah nilai peramalan data berdasarkan hasil peramalan persentase perubahan. Persamaan  $F(t)$  ditunjukkan oleh Persamaan (4).

$$F(t) = \left( \frac{t_j}{100} \cdot x_{t-1} \right) + x_{t-1} \quad (4)$$

dimana  $x_{t-1}$  = data aktual ke t-1

## 2.8 Bahasa Pemrograman PHP

PHP Kepanjangan dari PHP adalah "*Hypertext Preprocessor*". PHP adalah sebuah bahasa pemrograman web berbasis server (server-side) yang mampu memarsing kode PHP dari kode web dengan ekstensi .php, sehingga menghasilkan tampilan website yang dinamis di sisi *client (browser)*. Tujuan dari bahasa pemrograman PHP adalah untuk memungkinkan pengembang web untuk menulis halaman yang dihasilkan secara dinamis dengan cepat dan mudah. Dengan PHP, mampu menjadikan HTML menjadi lebih powerful dan bias dipakai sebagai aplikasi lengkap, misalnya untuk beragam aplikasi *cloud computing* [9].

## 3. PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Analisis Sistem

#### a. Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional adalah segala bentuk data yang dibutuhkan oleh

sistem agar sistem dapat berjalan sesuai dengan prosedur yang dibangun. Setelah melalui tahapan analisis, maka telah ditetapkan kebutuhan-kebutuhan untuk membangun sistem meliputi *input*, proses dan *output*.

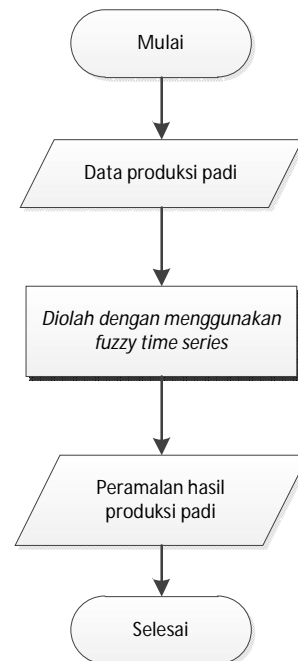
#### b. Analisis Kebutuhan Nonfungsional

Analisis kebutuhan nonfungsional adalah sebuah langkah dimana seorang pembangun aplikasi menganalisis sumber daya yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi yang akan dibangun. Analisis kebutuhan nonfungsional yang dilakukan dibagi dalam dua tahap, yaitu analisis kebutuhan perangkat keras dan analisis kebutuhan perangkat lunak.

### 3.2 Analisis Perancangan Sistem

#### a. Flowchart Sistem

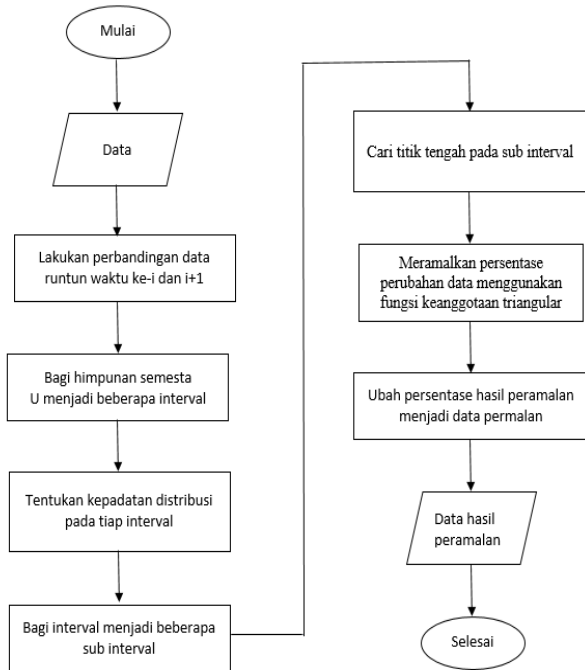
Gambar1 menunjukkan *flowchart* aplikasi permalan jumlah produksi padi diprovinsi Sulawesi Tenggara menggunakan metode *Fuzzy Time Series*.



Gambar 1 *Flowchart* Sistem

#### b. Flowchart *Fuzzy Time Series*

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* metode *Fuzzy Time Series*, yang digunakan dalam meramalkan jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara.



Gambar 2 Flowchart Fuzzy Time Series

Tahapan-tahapan proses yang dilakukan adalah :

1. Memasukkan data jumlah produksi padi dari tahun 1974 sampai dengan 2014
2. Hitung persentase perubahan data dari tahun-ketahun
3. Tentukan semesta pembicara (himpunan semesta)
4. Bagi semesta pembicara menjadi beberapa interval dan hitung kepadatan masing-masing interval
5. Kepadatan interval dibagi menjadi beberapa sub interval berdasarkan frekuensi pada masing-masing interval, sehingga akan memunculkan interval baru
6. Cari titik tengah pada interval baru untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan
7. Meramalkan persentase perubahan data
8. Mengubah persentase perubahan data menjadi data peramalan menggunakan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Coba Prediksi Jumlah Produksi Padi  
 Prediksi jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara pada penelitian ini menggunakan data tahun 1974 sampai dengan tahun 2014 ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Produksi Padi Provinsi Sulawesi Tenggara

No	Tahun	Produksi	No	Tahun	Produksi
1.	1974	46355	22.	1995	287355
2.	1975	36264	23.	1996	305940
3.	1976	38183	24.	1997	260334
4.	1977	39177	25.	1998	276913
5.	1978	49689	26.	1999	346214
6.	1979	52200	27.	2000	314955
7.	1980	59131	28.	2001	263477
8.	1981	64799	29.	2002	298813
9.	1982	71437	30.	2003	334307
10.	1983	95739	31.	2004	322362
11.	1984	105450	32.	2005	339847
12.	1985	98293	33.	2006	349429
13.	1986	119985	34.	2007	423316
14.	1987	116228	35.	2008	405256
15.	1988	134476	36.	2009	407367
16.	1989	154436	37.	2010	454644
17.	1990	161520	38.	2011	491567
18.	1991	167094	39.	2012	516291
19.	1992	216943	40.	2013	561361
20.	1993	220919	41.	2014	657617
21.	1994	246936			

a. Menentukan himpunan semesta (U)

Pada *Fuzzy Time Series*, digunakan presentasi perubahan data sebagai bentuk himpunan semesta (U). Maka perhitungannya dapat menggunakan Persaman (1) sebagai berikut :

$$d_2 = \left( \frac{(x_2 - x_1)}{x_1} \times 100 \right) = \left( \frac{(36264 - 46355)}{46355} \times 100 \right) = -0.218$$

$$d_3 = \left( \frac{(x_3 - x_2)}{x_2} \times 100 \right) = \left( \frac{(38183 - 36264)}{36264} \times 100 \right) = 0.053$$

$$d_4 = \left( \frac{(x_4 - x_3)}{x_3} \times 100 \right) = \left( \frac{(39177 - 38183)}{38183} \times 100 \right) = 0.026$$

Hasil selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Perubahan Data

No	Tahun	Produksi	$d_t$	No	Tahun	Produksi	$d_t$
1.	1974	46355	-	22.	1995	287355	0.164
2.	1975	36264	0.218	23.	1996	305940	0.065
3.	1976	38183	0.053	24.	1997	260334	-0.149
4.	1977	39177	0.026	25.	1998	276913	0.064
5.	1978	49689	0.268	26.	1999	346214	0.250
6.	1979	52200	0.051	27.	2000	314955	-0.090
7.	1980	59131	0.133	28.	2001	263477	-0.163
8.	1981	64799	0.096	29.	2002	298813	0.134
9.	1982	71437	0.102	30.	2003	334307	0.119
10.	1983	95739	0.340	31.	2004	322362	-0.036
11.	1984	105450	0.101	32.	2005	339847	0.054
12.	1985	98293	0.068	33.	2006	349429	0.028
13.	1986	119985	0.221	34.	2007	423316	0.211
14.	1987	116228	0.031	35.	2008	405256	-0.043
15.	1988	134476	0.157	36.	2009	407367	0.005
16.	1989	154436	0.148	37.	2010	454644	0.116
17.	1990	161520	0.046	38.	2011	491567	0.081
18.	1991	167094	0.035	39.	2012	516291	0.050
19.	1992	216943	0.298	40.	2013	561361	0.087
20.	1993	220919	0.018	41.	2014	657617	0.171
21.	1994	246936	0.118				

Dari hasil perhitungan pada Tabel 2. diperoleh presentasi perubahan terkecil yaitu -

0.218 (-0.22) dan presentasi perubahan terbesar yaitu 0.34. Kemudian selanjutnya akan dihitung banyak kelas ( $B$ ) dan panjang kelas interval ( $P$ ).

$$B = 1 + 3.3 * \log(40) = 6.287 \approx 7$$

$$P = \frac{0.34 - (-0.218)}{6.287} = 0.0887545 \approx 0.09$$

b. Pengelompokan Persentase Perubahan Data

Pengelompokan data persentase perubahan ( $d_t$ ) dilakukan dengan melihat data  $d_t$  masuk dalam interval mana. Setelah diketahui masuk pada interval yang sesuai, maka data yang telah dikelompokkan tersebut dihitung frekuensinya masing-masing ditunjukkan oleh Tabel 3

Tabel 3. Frekuensi  $d_t$  pada Interval dan Peringkatnya

Interval	Frekuensi	Peringkat
[-0.22, -0.13]	3	2
[-0.13, -0.04]	3	3
[-0.04, 0.05]	8	6
[0.05, 0.14]	16	7
[0.14, 0.23]	6	5
[0.23, 0.32]	3	4
[0.32, 0.41]	1	1

Bagi interval berdasarkan peringkat dari data. Interval pertama berada diperingkat kedua, maka interval pertama dibagi menjadi 2 interval dengan panjang interval sama yaitu :

$$P_1 = \frac{-0.13 - (-0.22)}{2} = 0.045$$

dan seterusnya :

$$P_2 = \frac{-0.04 - (-0.13)}{3} = 0.03$$

$$P_3 = \frac{0.05 - (-0.04)}{6} = 0.015$$

$$P_4 = \frac{0.14 - (0.05)}{7} = 0.027$$

$$P_5 = \frac{0.23 - (0.14)}{5} = 0.018$$

$$P_6 = \frac{0.32 - (0.23)}{4} = 0.023$$

$$P_7 = \frac{0.41 - (0.32)}{1} = 0.09$$

Dari perhitungan di atas maka menghasilkan interval baru seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Untuk mencari nilai titik tengah dari masing-masing interval, yaitu :

$$a_1 = \frac{(-0.22) + (-0.175)}{2} = -0.1975$$

$$a_2 = \frac{(-0.175) + (-0.13)}{2} = -0.1525$$

$$a_3 = \frac{(-0.13) + (-0.1)}{2} = -0.115$$

dan seterusnya hingga interval ke-28, dapat dilihat pada Tabel 4.

c. Memprediksi persentase perubahan data

Setelah semua nilai titik tengah dari masing-masing interval diperoleh, maka titik tengah tersebut dapat digunakan untuk memprediksi persentase perubahan dengan fungsi keanggotaan triangular menggunakan Persamaan (3), sebagai berikut:

Untuk interval pertama, maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$t_j = \frac{1.5}{\frac{1}{-0.1975} + \frac{0.5}{-0.1525}} = \frac{1.5}{(-5.063) + (-3.279)} = -0.18$$

Untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan data interval kedua, dapat dihitung sebagai berikut :

$$t_j = \frac{2}{\frac{0.5}{-0.1975} + \frac{1}{-0.1525} + \frac{0.5}{-0.115}} = \frac{2}{(-2.532) + (-6.557) + (-4.348)} = -0.149$$

Adapun untuk mencari nilai prediksi persentase perubahan pada interval terakhir yaitu :

$$t_j = \frac{1.5}{\frac{1}{0.309} + \frac{0.5}{0.365}} = \frac{1.5}{3.236 + 1.37} = 0.326$$

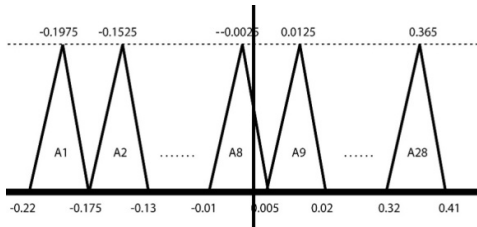
Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Interval, Himpunan Fuzzy, dan Titik Tengah Interval

No	Interval	Himp. Fuzzy	Titik Tengah	$t_j$
1.	[-0.22, -0.175]	A1	-0.1975	-0.18
2.	[-0.175, -0.13]	A2	-0.1525	-0.149
3.	[-0.13, -0.1]	A3	-0.115	-0.112
4.	[-0.1, -0.07]	A4	-0.085	-0.079
5.	[-0.07, -0.04]	A5	-0.055	-0.051
6.	[-0.04, -0.025]	A6	-0.0325	-0.029
7.	[-0.025, -0.01]	A7	-0.0175	-0.007
8.	[-0.01, 0.005]	A8	-0.0025	-0.005
9.	[0.005, 0.02]	A9	0.0125	-0.02
10.	[0.02, 0.035]	A10	0.0275	0.023
11.	[0.035, 0.05]	A11	0.0425	0.04
12.	[0.05, 0.063]	A12	0.0565	0.055
13.	[0.063, 0.076]	A13	0.0695	0.068
14.	[0.076, 0.089]	A14	0.0825	0.081
15.	[0.089, 0.102]	A15	0.0955	0.095
16.	[0.102, 0.114]	A16	0.108	0.107
17.	[0.114, 0.127]	A17	0.1205	0.12
18.	[0.127, 0.14]	A18	0.1335	0.133

19.	[ 0.14 , 0.158 ]	A19	0.149	0.149
20.	[ 0.158 , 0.176 ]	A20	0.167	0.166
21.	[ 0.176 , 0.194 ]	A21	0.185	0.184
22.	[ 0.194 , 0.212 ]	A22	0.203	0.202
23.	[ 0.212 , 0.23 ]	A23	0.221	0.221
24.	[ 0.23 , 0.252 ]	A24	0.241	0.241
25.	[ 0.252 , 0.275 ]	A25	0.2635	0.263
26.	[ 0.275 , 0.298 ]	A26	0.2865	0.285
27.	[ 0.298 , 0.32 ]	A27	0.309	0.315
28.	[ 0.32 , 0.41 ]	A28	0.365	0.334

Berdasarkan Tabel 4 maka terdapat 28 fuzzy sets, dapat digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Fuzzy Set

d. Menentukan nilai peramalan data

Apabila semua nilai prediksi persentase perubahan data telah diperoleh, maka selanjutnya adalah meramalkan nilai data peramalan ke-*t* menggunakan nilai prediksi persentase perubahan data.

Misalnya, ingin diramalkan data pada tahun 1975. Maka, nilai ramalannya dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) sebagai berikut :

$$F(1975) = \left(\frac{-0.18}{100} \times 46355\right) + 46355 = 46271.561$$

$$F(1976) = \left(\frac{0.055}{100} \times 36264\right) + 36264 = 36283.945$$

$$F(1977) = \left(\frac{0.023}{100} \times 38183\right) + 38183 = 38191.782$$

Untuk peramalan ke *t* + 1, digunakan metode *Double Exponential Smoothing Holt* (DES Holt). Dengan menggunakan metode DES Holt diperoleh nilai peramalan pada tahun 2015 adalah 670935.055, maka hasil peramalan pada tahun 2015 adalah :

$$F(2015) = \left(\frac{0.023}{100} \times 657617\right) + 657617 = 657768.252$$

d. Pengukuran Kesalahan Peramalan

Adapun pengukuran kesalahan pada penelitian ini adalah menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Maka dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) sebagai berikut :

$$MAPE = \left(\frac{\left|\frac{36264-46271.561}{36264} \times 100\right|}{42}\right) + \dots + \left(\frac{\left|\frac{670935.055-4657768.25191}{670935.055} \times 100\right|}{42}\right) = 5.51$$

Berdasarkan perhitungan metode *Fuzzy Time Series* pada Tabel 5.5 menunjukkan bahwa prediksi jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara pada tahun 2015 yaitu 657768.25191 Ton, dengan MAPE sebesar 5.51 %. Nilai produksi sebenarnya pada tahun 2015 yaitu 660720 Ton sehingga terdapat selisih peramalan sebesar 2951.74809 Ton. Toleransi kesalahan peramalan yaitu sebesar 10% sehingga prediksi jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara berada di bawah batas toleransi kesalahan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa peramalan jumlah produksi padi di Sulawesi Tenggara pada tahun 2015 dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Time Series* berbasis web dapat dibangun dan memberikan hasil peramalan sebesar 657768.25191 Ton serta menghasilkan MAPE sebesar 5.51.

6. SARAN

- Adapun saran dari penelitian ini adalah :
1. Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya, sebaiknya menggunakan data yang lebih banyak untuk menghindari data dengan persentase perubahan data yang besar.
  2. Untuk mendapatkan analisis prediksi yang lebih lengkap sebaiknya data dibagi menjadi beberapa daerah (kabupaten).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Purnamaningsih, R. 2006. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi Melalui Kultur *In Vitro*. *J. Agrobiogen*. 2(2):74-80.

[2] Jumingan. (2009). *Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Jakarta: Bumi Aksara.

- 
- [3] OECD. (2017, 2 26). *Glossary of Statistical Terms*. Retrieved from <http://stats.oecd.org/glossary/about.asp>.
- [4] Robandi, I. (2006). *Desain Sistem Tenaga Modern - Optimasi - Logika Fuzzy - Algoritma Genetika*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Assauri, Sofyan. 2006. *Manajemen Pemasaran: Dasar, Konsep Dan Strategi* Jakarta: PT. Grafindopersada.
- [6] Kartasapoetra. (1988). *Pengantar Ekonomi Produksi Pertanian*. Jakarta :Bina Aksara.
- [7] Winarno. (2007). *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- [8] Stevenson, M., dan Porter. (2009). Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 154-157.
- [9] Edy Winarno ST, M. (2014). *Pemrograman Web Berbasis HTML5, PHP, dan JavaScript*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [10] Kusuma, S., dan Purnomo, H. (2014). In *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
-