

Perbandingan Metode Fuzzy Time Series dengan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Pasien Rawat Inap (Studi Kasus: Puskesmas Geyer Satu)

Susilowati^{1*}, Wellie Sulistijanti²

^{1,2} Statistika, Akademi Statistika(AIS) Muhammadiyah Semarang

*Email: susilowatisusi667@gmail.com

Abstrak

Keywords:
Metode Box-Jenkins; fuzzy time series; kunjungan pasien rawat inap; peramalan

Puskesmas merupakan unit kesehatan masyarakat yang bergerak di bidang kesehatan yang melayani masyarakat secara paripurna. Puskesmas Geyer satu adalah satu-satunya puskesmas di kecamatan Geyer yang sudah terakreditasi dan satu-satunya puskesmas yang menyediakan unit rawat inap. Permasalahan yang dihadapi oleh puskesmas Geyer satu adalah tidak sebanding dengan sumber daya yang ada dengan pasien rawat inap yang harus dilayani. Dalam penelitian ini diusulkan metode peramalan fuzzy time series dengan metode peramalan Box-Jenkins. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan metode peramalan fuzzy time series dengan metode peramalan Box-Jenkins dengan melihat ukuran kesalahan peramalan menggunakan Mean Square Error (MSE) serta meramalkan jumlah kunjungan pasien rawat inap menggunakan metode terbaik. Metode fuzzy time series adalah metode peramalan menggunakan himpunan fuzzy dalam proses peramalannya sementara metode Box-Jenkins atau biasa disebut ARIMA adalah metode konvensional yang menggunakan himpunan tegas dalam proses peramalannya. Nilai Ketepatan metode fuzzy time series diperoleh nilai MSE = 38499.98. Metode Box-Jenkins dengan model ARIMA (1,1,1) dengan nilai MSE = 91556. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode fuzzy time series memiliki nilai ketetapan yang lebih kecil daripada metode Box-Jenkins. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa metode fuzzy time series adalah metode yang lebih baik untuk meramalkan jumlah kunjungan pasien rawat inap daripada metode Box-Jenkins.

1. PENDAHULUAN

Puskesmas adalah organisasi fungsional yang menyelenggarakan upaya kesehatan yang bersifat menyeluruh, terpadu, merata, dapat diterima dan terjangkau oleh masyarakat, dengan peran serta aktif masyarakat dan menggunakan hasil pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tepat guna, dengan biaya yang dapat dipikul oleh pemerintah dan masyarakat. Seiring dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan keadaan perekonomian yang semakin maju, maka kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin meningkat. Hal ini dapat meningkatkan jumlah pengunjung di puskesmas. Pihak puskesmas harus dapat menambah kapasitas terhadap fasilitas-fasilitas yang ada. Selain penambahan kapasitas, pihak puskesmas juga harus meningkatkan kualitas pelayanan yang diberikan. Hal ini bertujuan agar proses penanganan pasien bisa berjalan dengan cepat dan pasien dapat terlayani dengan baik. Salah satu unit yang terkena dampak dari meningkatnya pengunjung di puskesmas yaitu unit rawat inap.

Puskesmas Geyer satu merupakan salah satu Puskesmas pertama yang terakreditasi di Kabupaten Grobogan. Permasalahan yang dihadapi oleh puskesmas adalah tidak sebanding

dengan jumlah sumber daya yang ada dengan pasien yang harus di layani. Ketersediaan sumber daya merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Kurangnya sumber daya dapat mengurangi keperdulian terhadap pasien sehingga penanganan terhadap pasien menjadi lambat. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas pelayanan pihak puskesmas perlu mengalokasikan sumber daya manusia khususnya dokter dan perawat di unit rawat inap. Apabila kunjungan pasien dapat diramalkan secara akurat dapat membantu puskesmas dalam pengambilan keputusan dan perencanaan sumber daya dimasa depan seperti penjadwalan yang lebih baik bagi perawat dan dokter yang dibutuhkan untuk merawat pasien dan penambahan jumlah ruangan

Perkembangan metode peramalan data time series yang cukup pesat mengakibatkan terdapat banyak pilihan metode yang dapat digunakan untuk meramalkan data sesuai dengan kebutuhan sehingga perlu membandingkan metode yang satu dengan metode lainnya untuk mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang tinggi. Metode *Box-Jenkins* atau sering disebut juga dengan ARIMA merupakan metode yang secara intensif dikembangkan dan dipelajari oleh George Box dan Gwilym Jenkins, oleh karena itu nama mereka sering dikaitkan dengan proses ARIMA yang diaplikasikan untuk analisis data dan peramalan data runtun waktu. ARIMA sebenarnya merupakan usaha untuk mencari pola data yang paling cocok dari sekelompok data, sehingga metode ARIMA memerlukan sepenuhnya data historis dan data sekarang untuk menghasilkan ramalan jangka pendek (Sugiarto dan Harijono, 2000: 176).

Metode fuzzy time series menangkap pola data masa lalu kemudian menggunakannya untuk memproyeksikan data masa depan. Prosesnya tidak membutuhkan sistem pembelajaran yang kompleks. Proses *fuzzy time series* bersifat dinamik dari suatu variabel *linguistik* yang nilai linguistiknya adalah himpunan fuzzy. Keunggulannya adalah mendefinisikan *relasi fuzzy* yang dibentuk dengan menentukan hubungan logika dari data *training*. *Fuzzy time series* dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 dan dikenal sebagai *fuzzy time series* klasik yang pemodelannya menggunakan persamaan *relasi fuzzy*. *Relasi fuzzy* dibentuk dengan menentukan hubungan logika data latih. *Relasi fuzzy* melibatkan himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari himpunan universal. Konsep dasar *fuzzy time series* yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993a, 1993b, 1994) dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan dengan himpunan fuzzy (Chen, 1998; Zadeh, 1965).

2. METODE

2.1 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu metode peramalan time series yaitu metode *Box-Jenkins* dan metode *fuzzy time series*. Penelitian dilakukan di Puskesmas Geyer satu, Kecamatan Geyer, Kabupaten Grobogan yang bergerak dalam bidang jasa pelayanan kesehatan. Data yang digunakan sekunder yaitu data jumlah kunjungan pasien rawat inap Puskesmas Geyer satu dari Januari 2013 sampai dengan Agustus 2017.

2.2 Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kunjungan pasien rawat inap di Puskesmas Geyer satu pada bulan Januari 2013 sampai bulan Agustus 2017.

2.3 Metode Peramalan

2.3.1 Metode Box-Jenkins

Metode *Box-Jenkins* atau yang biasa disebut dengan metode ARIMA. Dalam menyelesaikan permasalahan dari suatu data time series dengan menggunakan AR murni/ARIMA (p,0,0), MA murni/ARIMA (0,0,q), ARMA/ARIMA (p,0,q) ataupun ARIMA (p,d,q) melalui beberapa tahapan yaitu identifikasi, estimasi parameter, *uji diagnostic* dan penerapan peramalan.

i. Identifikasi

Identifikasi terhadap deret waktu dengan membuat plot *time series* dari deret waktu tersebut, sehingga dapat diketahui kestasioneran dari data. Jika data belum stasioner secara varians maka perlu dicek dengan uji *Box-Cox*. Apabila belum stasioner secara rata-rata maka perlu di *differencing*. Dan sebaliknya apabila data sudah stasioner maka dapat ditentukan model sementara dengan orde p dan q dari model ARIMA pada suatu data runtun waktu dengan mengidentifikasi plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari data yang sudah stasioner. Model Box-Jenkins ARIMA dibagi dalam tiga klasifikasi yaitu:

a. Model Autoregressive (AR)

Bentuk umum model *Autoregressive* dengan berordo ke-p AR(p) atau model ARIMA (p,0,0) dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t \quad (2.1)$$

(Makridakis, 1999)

b. Model Moving Average (MA)

Bentuk umum model *Moving Average* ordo ke-q MA(q) atau ARIMA (0,0,q) dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.2)$$

(Makridakis, 1999)

c. Model Autoregressive & Moving Average (ARMA)

Suatu perluasan yang diperoleh dari model AR dan MA adalah model campuran ARMA. Bentuk umum untuk model ARMA (p,q) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\phi_p(B)Z_t = \mu + \theta_q(B)e_t \quad (2.3)$$

Dengan:

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) \quad (2.4)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \quad (2.5)$$

ii. Estimasi Parameter

Pada tahap estimasi ini akan diuji kelayakan model dengan mencari model terbaik. Model terbaik didasarkan pada tingkat signifikansi variabel independent termasuk konstanta melalui uji-t. Menguji hipotesis dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang diperoleh signifikan atau tidak. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 = \tilde{\theta}_{kk} = 0, \tilde{\theta}_{kk} \text{ tidak signifikan}$$

$$H_1 = \tilde{\theta}_{kk} \neq 0, \tilde{\theta}_{kk} \text{ signifikan}$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t = \frac{\bar{\bar{O}}_{kk}}{SE \bar{O}_{kk}} \quad (2.6)$$

Dengan kriteria H_0 ditolak jika:

$$t > t_{\alpha/2; df=n-n_p} \cdot n_p \quad (2.7)$$

iii. White Noise

Proses ini yaitu proses dimana bentuk variabel random yang berurutan tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi tertentu (Wei, 1990). Suatu model dapat dikatakan proses *white noise* jika rata-ratanya konstan, dan diasumsikan bernilai nol dan variansinya konstan. Dimana hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (*residual* tidak berkorelasi atau sudah memenuhi syarat *white noise*)

H_1 : terdapat salah satu $\rho_1 \neq 0$ (*residual* berkorelasi atau tidak memenuhi syarat *white noise*)

Untuk menguji hipotesis ini digunakan statistik Q dengan kriteria pengambilan keputusan yaitu membandingkan nilai Q hasil perhitungan dengan nilai $X^2_{(\alpha, db)}$, $db=k-p-q$ atau nilai *p-value* dengan taraf signifikansi yang digunakan adalah 5%. Apabila $Q > X^2_{(\alpha, db)}$ atau *p-value* < 0,05 maka H_0 ditolak. Uji ini dilakukan dengan Software Minitab 17. Statistik uji dari *Ljung-Box test* ini adalah sebagai berikut:

$$Q = n'(n' + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{(n'+2)} \quad (2.8)$$

iv. Uji Kenormalan Residual

Untuk mengetahui bahwa data berdistribusi normal, dapat dilakukan dengan berbagai macam pengujian, diantaranya uji *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : $F(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)

H_1 : $F(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Kolmogorov-Smirnov test ini merupakan uji kenormalan yang populer, didasarkan pada nilai D yang didefinisikan sebagai berikut:

$$D = \sup_x [|S(X) - F_0(X)|] \quad (2.9)$$

Daerah penolakan: Tolak H_0 jika $D > D_{\alpha; n}$ dengan n adalah ukuran sampel dan $D_{\alpha; n}$ adalah tabel D untuk uji *Kolmogorov-Smirnov*.

2.3.2 Metode Fuzzy Time Series

Konsep dasar *fuzzy time series* yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993a, 1993b, 1994) dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan dengan

himpunan fuzzy (Chen, 1998; Zadeh, 1965). Didefinisikan U adalah semesta pembicaraan dimana $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Sebuah himpunan fuzzy dalam semesta pembicaraan U dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$A = \frac{f_A(u_1)}{u_1} + \frac{f_A(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_n} \quad (2.10)$$

Dengan f_A adalah fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy A, $f_A: U \rightarrow [0,1]$, $f_A(u_i)$ merupakan tingkat keanggotaan dari u_i dalam himpunan fuzzy A, dan $1 \leq i \leq n$. Langkah-langkah peramalan menggunakan fuzzy time series Chen adalah sebagai berikut:

i. Menentukan Himpunan Semesta

Menentukan *universe of discourse* (semesta pembicaraan) data histori yaitu:

$$U = [X_{min} - D1, X_{max} + D2] \quad (2.11)$$

ii. Penerapan Interval Berbasis Rata-rata

1. Menentukan selisih (*lag*) antara data $n + 1$ dan data n dengan rumus:

$$Selisih(lag) = Data_{n+1} - Data_n \quad (2.12)$$

2. Menjumlahkan seluruh selisih yang didapat dan selanjutnya dibagi dengan banyaknya jumlah data.

$$Total\ Selisih = \frac{\sum(Data_{n+1} - Data_n)}{n} \quad (2.13)$$

3. Menentukan panjang interval dengan cara total selisih yang telah dibagi dengan banyaknya data.

$$i = \frac{Total\ selisih}{n} \quad (2.14)$$

4. Menentukan banyaknya kelas adalah dengan cara data maksimum dengan data minimum dibagi dengan panjang interval.

$$Banyaknya\ Kelas = \frac{(D_{Max} - D_{Min})}{i} \quad (2.15)$$

5. Masing-masing kelas disimbolkan dengan himpunan semesta (*Universe*) = U1, U2, U3 s/d Un sesuai dengan banyaknya kelas.

6. Definisikan himpunan semesta masing-masing kelas sesuai dengan panjang interval masing-masing kelas.

iii. Fuzzifikasi

Definisikan *universe of discourse* U, dimana $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$. Definisikan bentuk linguistik A_i yang direpresentasikan oleh himpunan fuzzy sebagai berikut :

$$A_1 = \frac{1}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{0}{U_3} + \dots + \frac{0}{U_n} \quad (2.16)$$

$$A_2 = \frac{0,5}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \frac{0,5}{U_3} + \dots + \frac{0}{U_n} \quad (2.17)$$

$$A_3 = \frac{0}{U_1} + \frac{0,5}{U_2} + \frac{1}{U_3} + \frac{0,5}{U_4} \dots + \frac{0}{U_n} \quad (2.18)$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \dots + \frac{0}{u_{n-2}} + \frac{0,5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n} \quad (2.19)$$

iv. Fuzzy Logic Relationship (FLR)

Misal $F(t - 1) = A_i$ dan $F(t) = A_j$, dan relasi logika fuzzy antara $F(t - 1)$ dan $F(t)$ adalah $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t - 1) = A_i$ dikenal dengan “sisi kiri” dan $F(t) = A_j$ dikenal dengan “sisi kanan” (Xihao & Yimin, 2008:105).

v. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Menurut Sah & Degtiarev, (2005:376) Relasi logika fuzzy dimana memiliki “sisi kiri” yang identik, dapat digrupkan menjadi grup relasi logika fuzzy.

$$\left. \begin{matrix} A_i \rightarrow A_{j1} \\ A_i \rightarrow A_{j2} \\ \dots \end{matrix} \right\} A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots \quad (2.20)$$

vi. Proses Defuzzifikasi

$$F(t) = A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jk}, \text{ maka } \hat{y}(t) = \frac{\sum_{j=1}^k m_{j,p}}{k} \quad (1.21)$$

Dimana $\hat{y}(t)$ merupakan defuzzy dan $M_{j,p}$ merupakan nilai tengah dari $A_{j,p}$

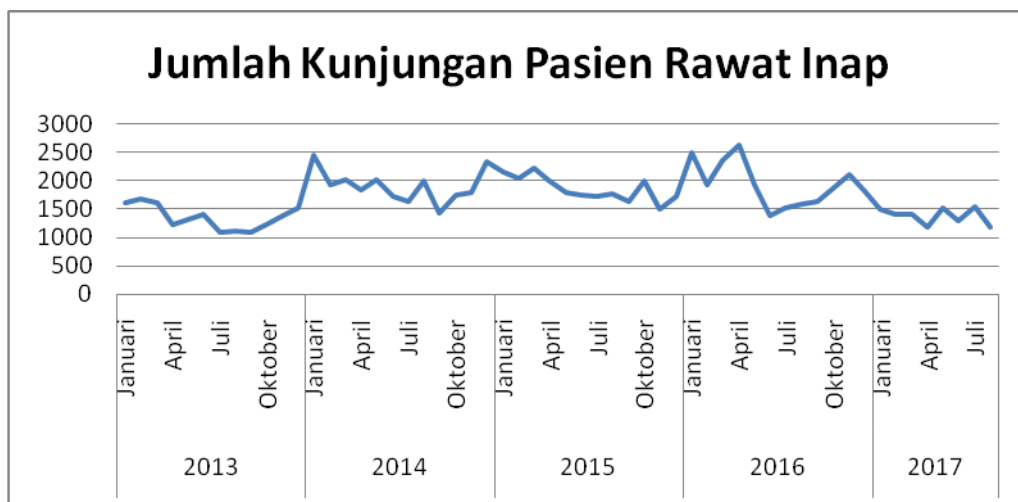
2.3.3 Pemilihan Model Terbaik

Pemodelan data *time series* yang sesuai harus memenuhi syarat, yaitu semua parameternya signifikan dan residual memenuhi asumsi *white noise*. Pada penelitian ini akan digunakan kriteria *Mean Square Error (MSE)* untuk mengukur kesalahan peramalan. Selain itu, dalam Model *Box-Jenkins* ini diterapkan pula asas parsimonitas model. Hal ini berarti dari pemilihan model dipilih yang memiliki bentuk model yang paling sederhana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dianalisis adalah data jumlah kunjungan pasien yang dirawat inap di Puskesmas Geyer satu sebanyak 56 data runtun waktu bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Agustus 2017. Data terbesar pada tahun 2016 sebesar 2627 di bulan April. Dan data terkecil pada tahun 2013 sebesar 1085 di bulan Juli.

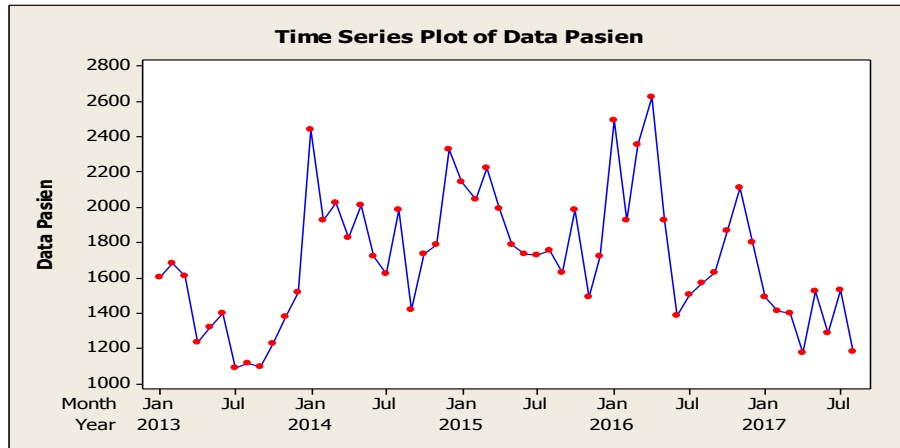
Plot 1. Jumlah kunjungan pasien rawat inap



3.1 Metode Box-Jenkins

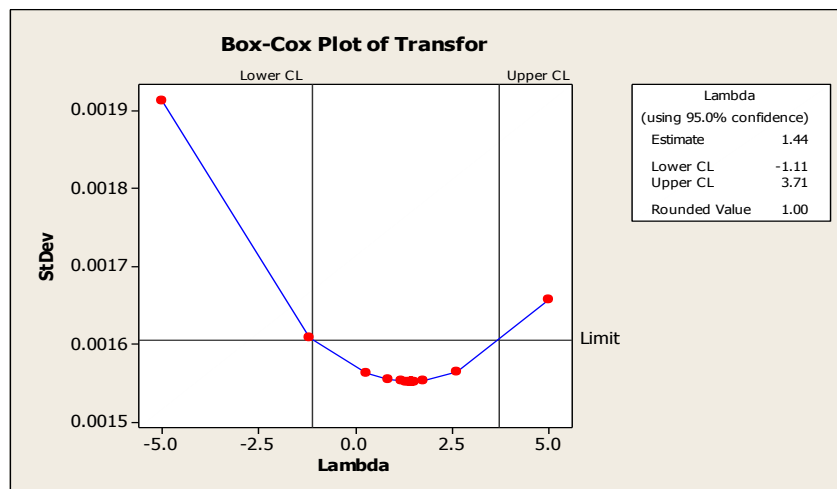
Plot Data jumlah kunjungan pasien rawat inap di Puskesmas Geyer satu.

Plot 2. Data Asli

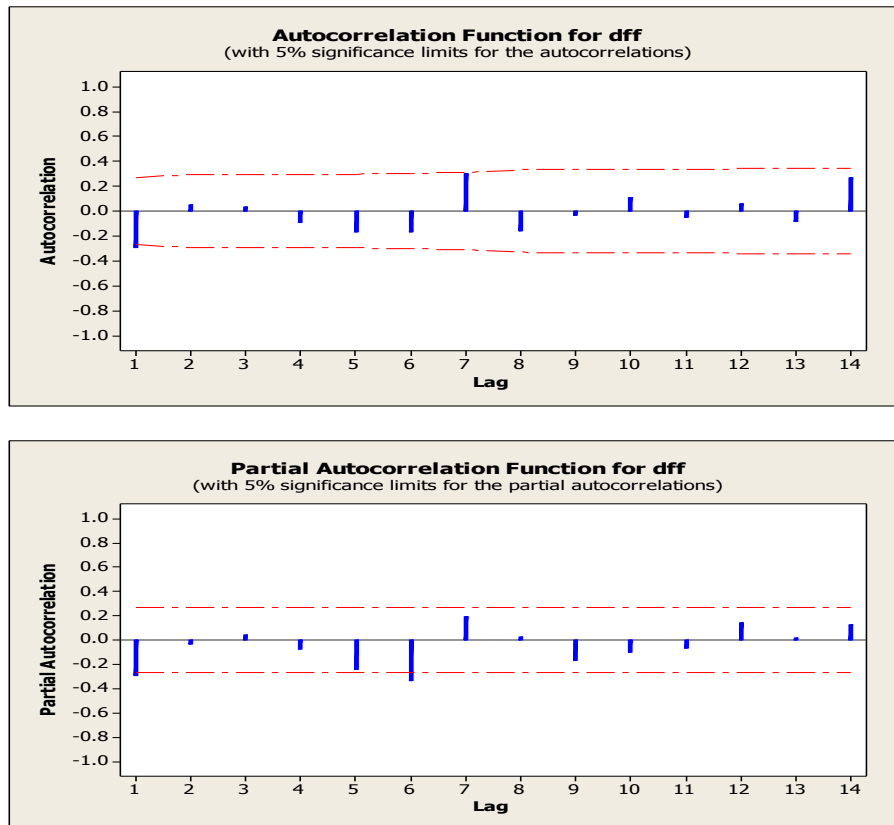


Plot tersebut sudah stasioner. Untuk mengetahui plot tersebut stasioner maka kita perlu mengeceknya dengan menggunakan *Uji Box-Cox* (Varians). Jika lamda sama dengan 1 maka tidak perlu melakukan transformasi. Dan jika lamda sama dengan 0.5, 1, -1, -0.5 atau 0 maka perlu ditransformasikan.

Plot 3. *Uji Box-Cox*



Lambda sudah bernilai 1,00 jadi sudah stasioner dalam varian. Syarat utama suatu data dapat diramalkan dengan metode *Box-Jenkins* (ARIMA) adalah data harus stasioner. Data yang telah stasioner dapat dilakukan pendugaan model dengan melihat plot ACF dan PACF nya. Plot ACF dan PACF yang sudah *differencing* ditunjukkan pada plot 4 sebagai berikut.



Plot 4. ACF dan PACF data pasien yang *terdifferencing*

Terlihat pada gambar 2, dugaan model sementara untuk data pasien adalah ARIMA (1,1,1), ARIMA (0,1,1), dan ARIMA (1,1,0). Setelah didapatkan model sementara selanjutnya dilakukan estimasi parameter tanpa konstanta.

Table 1. Estimasi Parameter

Model yang diduga	Parameter	SE	t-value	Keterangan
ARIMA (1,1,1)	AR (1)=0.000	0.1328	4.53	Signifikansi
	MA (1)=0.000	0.0729	13.29	
ARIMA (0,1,1)	MA (1)=0.006	0.1273	2.87	Signifikansi
ARIMA (1,1,0)	AR (1)=0.025	0.1313	-2.30	Signifikansi

Selanjutnya akan dilakukan *uji diagnostic* yang meliputi uji asumsi *white noise* menggunakan Uji *Ljung-Box* dan distribusi normal dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Untuk uji asumsi *white noise* dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika *residual white noise* atau *p-value* lebih besar dari 5% maka *residual white noise*.

Table 2. Uji Asumsi white noise

Model yang diduga	Lag	P-value	Chi-square	Keterangan
ARIMA (1,1,1)	12	0.355	11.0	White Noise
	24	0.474	21.8	
	36	0.375	36.0	
	48	0.473	46.0	
ARIMA (0,1,1)	12	0.170	15.3	White Noise
	24	0.180	29.0	
	36	0.201	41.7	
	48	0.493	46.5	
ARIMA (1,1,0)	12	0.102	17.2	White Noise
	24	0.163	29.5	
	36	0.143	43.9	
	48	0.404	48.7	

Tahap selanjutnya adalah dilakukan *overfitting* yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil *overfitting* diperoleh model yang memenuhi adalah ARIMA (1,1,1), ARIMA (0,1,1), dan ARIMA (1,1,0). Suatu hasil peramalan dapat dikatakan baik jika nilai dari model peramalannya dekat dengan nilai actual serta memiliki tingkat kesalahan yang paling kecil. Untuk kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MSE yang terkecil.

Table 3. Hasil uji semua kemungkinan model

ARIMA	Parameter Signifikansi	Uji Residual (White Noise)	Uji Normal
ARIMA (1,1,1)	√	√	√
ARIMA (0,1,1)	√	√	√
ARIMA (1,1,0)	√	√	√

Table 4. Nilai Ketepatan Model

ARIMA	MSE
ARIMA (1,1,1)	91556
ARIMA (0,1,1)	95915
ARIMA (1,1,0)	97661

Berdasarkan pada Tabel 4. diperoleh model yang memiliki nilai ketepatan yang lebih kecil dibanding model lainnya adalah ARIMA (1,1,1) sehingga model ARIMA (1,1,1) adalah model yang paling baik pada data observasi.

3.2 Metode Fuzzy Time Series

1. Semesta Pembicaraan U (*Universe of Discourse*)

Setelah mengurutkan data historis jumlah kunjungan pasien rawat inap maka didapat nilai minimum dan maksimum dari data tersebut yaitu $X_{\min}=1085$ dan $X_{\max}=2627$, maka semesta pembicaraan $U = [1085,2627]$.

2. Panjang Interval Berbasis Rata-rata (*Average Based*)

Table 5. Selisih data historis

No	Bulan	Data Pasien (X_i)	Selisih (lag) [$X_{t-1} - X_i$]
1.	Januari 2013	1601	*
2.	Februari 2013	1679	78
3.	Maret 2013	1607	-72
4.	April 2013	1230	-377
5.	Mei 2013	1320	90
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
55.	Juli 2017	1532	244
56.	Agustus 2017	1183	-349
Jumlah		95532	-418

Berdasarkan panjang interval berbasis rata-rata pada data pasien rawat inap Puskesmas Geyer satu maka dapat menghitung:

1. Panjang Interval = $418/56 = 7,46$
2. Banyak kelas = $\frac{2627 - 1085}{7,46} = 206,58$
3. Himpunan Semesta $U = [1085, 2627]$

3. Nilai Linguistik dan Himpunan Fuzzy

Table 6. Nilai Linguistik dan fuzzifikasi

no	Interval	fuzzifikasi	Nilai linguistik
1	1000 - 1300	A1	Sangat rendah
2	1300 - 1500	A2	Cukup rendah
3	1500 - 1600	A3	Rendah
4	1600 - 1700	A4	Menengah
5	1700 - 1800	A5	sangat tinggi
6	1800 - 2000	A6	Cukup tinggi
7	2000 - 2700	A7	Tinggi

Himpunan fuzzy yang terdefinisi berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$A1 = 1/u1 + 0,5/u2 + 0/u3 + 0/u4 + \dots + 0/u7$$

$$A2 = 0,5/u1 + 1/u2 + 0,5/u3 + 0/u4 + \dots + 0/u7$$

$$A3 = 0/u1 + 0,5/u2 + 1/u3 + 0/u4 + \dots + 0/u7$$

...

$$A7 = 0/u1 + 0/u2 + 0/u3 + \dots + 0/u6 + 1/u7$$

4. Fuzzifikasi

Tahap fuzzifikasi berdasarkan interval yang diperoleh dapat ditentukan nilai *linguistic* sesuai dengan banyaknya interval yang terbentuk. Hasil *fuzzifikasi* data jumlah kunjungan pasien rawat inap di Puskesmas Geyer satu yang dinotasikan ke dalam bilangan *linguistik* dapat dilihat pada Tabel 7.

Table 7. Fuzzifikasi

No	Bulan	Data Pasien	Fuzzifikasi
1.	Januari 2013	1601	A ₃
2.	Februari 2013	1679	A ₄
3.	Maret 2013	1607	A ₄
4.	April 2013	1230	A ₁
5.	Mei 2013	1320	A ₂
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
55.	Juli 2017	1532	A ₃
56.	Agustus 2017	1183	A ₁

5. Proses Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Fuzzy Logical Relationship (FLR) yang terbentuk memperhatikan hubungan fuzzy A_i dari bulan ke bulan untuk $1 \leq i \leq 7$.

Table 8. FLR (Fuzzy Logical Relationship)

Deret Waktu	FLR
Januari 2013 → Februari 2013	A ₃ → A ₄
Februari 2013 → Maret 2013	A ₄ → A ₄
Maret 2013 → April 2013	A ₄ → A ₁
April 2013 → Mei 2013	A ₁ → A ₂
Mei 2013 → Juni 2013	A ₂ → A ₂
.	.
.	.
.	.
Mei 2017 → Juni 2017	A ₂ → A ₃
Juni 2017 → Juli 2017	A ₃ → A ₁

6. Membentuk Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

FLRG dilakukan dengan caramengelompokkan himpunan fuzzy yang memiliki *current state* sama lalu dikelompokkan menjadi satu grup pada *next state* berdasarkan tabel 9.

Table 9. FLRG (Fuzzy Logical Relationship Group)

Grup	Relasi Logika Fuzzy
1	A ₁ → A ₁ , A ₂ , A ₃
2	A ₂ → A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₅
3	A ₃ → A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₇
4	A ₄ → A ₁ , A ₄ , A ₆
5	A ₅ → A ₄ , A ₅ , A ₇
6	A ₆ → A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₇
7	A ₇ → A ₅ , A ₆ , A ₇

7. Proses Defuzzifikasi Nilai Peramalan

Tahap dalam proses *defuzzifikasi* yaitu mencari nilai tengah setiap interval. Maka diperoleh hasil *defuzzifikasi* dari FLRG pada Tabel 10.

Table 10. Hasil Defuzzifikasi FLRG

Peramalan jumlah kunjungan pasien rawat inap
A ₁ → 1366.6
A ₂ → 1462.5
A ₃ → 1641.6
A ₄ → 1566.6
A ₅ → 1916.6
A ₆ → 1762.5
A ₇ → 2000

Hasil peramalan jumlah kunjungan pasien rawat inap di Puskesmas Geyer satu dari bulan Januari 2013 sampai dengan Agustus 2017 dapat dilihat pada Tabel 11 seperti berikut:

Table 1 Data pasien rawat inap dan peramalan

No	Bulan	Data Pasien	Fuzzifikas i	Peramalan	Error	Error ²
1.	Januari 2013	1601	A ₃	1641.6	40.6	1648.36
2.	Februari 2013	1679	A ₄	1566.6	-112.4	12633.76
3.	Maret 2013	1607	A ₄	1566.6	-40.4	1632.16
4.	April 2013	1230	A ₁	1366.6	136.6	18659.56
5.	Mei 2013	1320	A ₂	1462.5	142.5	20306.25
.
.
.
55.	Juli 2017	1532	A ₃	1641.6	109.6	12012.16
56.	Agustus 2017	1183	A ₁	1366.6	183.6	33708.96
Total						2155999
MSE						38499.98

4. KESIMPULAN

Nilai Ketepatan metode *fuzzy time series* diperoleh nilai MSE = 38499.98. Metode *Box-Jenkins* dengan model ARIMA (1,1,1) dengan nilai MSE = 91556. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series* memiliki nilai ketepatan yang lebih kecil daripada metode *Box-Jenkins*. Maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy time series* adalah metode yang lebih baik untuk memprediksi jumlah kunjungan pasien rawat inap daripada metode *Box-Jenkins*.

REFERENSI

- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2016). *Kecamatan Geyer Dalam Angka 2016*. Purwodadi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Grobogan.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2017). *Kecamatan Geyer Dalam Angka 2017*. Purwodadi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Grobogan.
- Dinas Kesehatan. (2014). *Profil Kesehatan Kabupaten Grobogan 2014*. Purwodadi, Jawa Tengah: Dinas Kesehatan Kabupaten Grobogan.
- Lia F., M. Wiwik A., Retno Aulia. (2012). Prediksi Jumlah Kunjungan Pasien Rawat Jalan Menggunakan Metode Generic Fuzzy System (Studi Kasus: Rumah Sakit Usada Sidoarjo). Vol. 1, No. 1 (Sept 2012) ISSN: 2301-9271.
- Lina Amalia. (2016). Peramalan Nilai Tukar Rupiah terhadap Dolar Menggunakan Metode ARIMA dan Metode Fuzzy Time Series. *Skripsi. Program Studi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor*.
- Lon - Mu Liu, George E.P.Box, George C.Tiao. (1992 - 2002). *Forecasting and Time Series Analysis Using The SCA Statistical System*. USA: Scientific Computing Associates.
- Makridakis S, Steven C, Wheelwright, Victor E and Mc. Gree. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Mey Lista T dan M. Isa I. (2004). Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Bo-Jenkins untuk Memprediksi IHSG. Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539.
- Song. Q., dan Chissom, B.S. (1993). Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series - Part I. *Fuzzy Sets and System*, 54: 1-9.
- Song. Q., dan Chissom, B.S. (1994). Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series - Part II. *Fuzzy Sets and System*, 62:1-8.
- Sugiarto dan Harijono. (2000). *Peramalan Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wendy A. (2013). Metode Fuzzy Time Series Berdasarkan Data Historis Pada Metode Chen dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-rata. *Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Xihao. S dan L. Yimin. (2008). Average Based Time Series Models for Forecasting Shanghai Compound Index. *World Journal of Modeling and Simulation*, Vol. 4 : 104 - 111.