

# jtiik 1177

*by* 1177 Jtiik

---

**Submission date:** 13-Dec-2018 08:27 AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1056107837

**File name:** 1177-3626-2-RV.docx (159.63K)

**Word count:** 3973

**Character count:** 22524

## IMPLEMENTASI MODEL FUZZY TIME SERIES DENGAN ALGORITMA AVERAGE-BASED LENGTH UNTUK MEMPREDIKSI PEKERJA MIGRAN INDONESIA PROGRAM GOVERNMENT TO GOVERNMENT JEPANG

(Naskah masuk: 15 Oktober 2018, diterima untuk diterbitkan: 30 Oktober 2018)

### Abstrak

53  
Perkembangan jumlah Pekerja Migran Indonesia (PMI) program *Government to Government (G to G)* Jepang bidang perawat (*nurse*) dan perawat orang berusia lanjut (*careworker*) mengalami naik turun dari tahun 2008 hingga 2018. Untuk dapat menganalisis jumlah PMI yang mengalami naik turun dengan mengukur perkembangan jumlah PMI saat ini dan memprediksikan kondisi tersebut pada masa mendatang, maka diperlukan model prediksi. Dalam penelitian ini diterapkan model *fuzzy time series (FTS)* dengan menggunakan algoritma *average-based length*. Penentuan panjang interval yang efektif dapat mempengaruhi hasil prediksi yaitu dapat meningkatkan keakuratan yang tinggi dalam *FTS*. Hasil proses prediksi PMI program *G to G* Jepang tahun 2019 diperoleh 43.3 dibidang *nurse*, dibidang *careworker* adalah 300, dua bidang *nurse* dan *careworker* diperoleh 325. Hasil uji kinerja prediksi PMI program *G to G* Jepang, menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* adalah 24.27% untuk bidang *nurse* dengan nilai akurasi prediksi  $20\% < MAPE \leq 50\%$  termasuk dalam kriteria "Reasonable", dibidang *careworker* 11.29% dengan nilai akurasi prediksi  $10\% < MAPE \leq 20\%$  termasuk dalam kriteria "Baik", sedangkan dua bidang *nurse* dan *careworker* diperoleh 8.41% dengan nilai akurasi prediksi  $MAPE \leq 10\%$  termasuk dalam kriteria "Tinggi". Berdasarkan hasil prediksi tersebut dapat digunakan sebagai pendukung keputusan bagi manajemen dalam membuat kebijakan terkait persiapan, perencanaan, penjadwalan, penempatan, dan perlindungan terhadap para calon PMI di masa mendatang. Dengan demikian dapat meningkatkan kualitas kinerja sumberdaya manusia dalam memberikan pelayanan terbaik terhadap para calon PMI program *G to G* Jepang.

52  
Kata kunci: Pekerja Migran Indonesia, G to G Jepang, prediksi, average-based length, fuzzy time series

## IMPLEMENTATION OF FUZZY TIME SERIES MODEL USING AVERAGE-BASED LENGTH ALGORITHM TO PREDICT INDONESIAN MIGRAN WORKERS TO GOVERNMENT TO GOVERNMENT JAPAN

### Abstract

The development of the number of Pekerja Migran Indonesia (PMI) program *Government to Government (G to G)* Japan in the field of nurses (*nurses*) and nurses of elderly people (*careworker*) experienced ups and downs from 2008 to 2018. To be able to analyze the number of PMIs who experienced up and down with measure the development of current PMI numbers and predict these conditions in the future, a prediction model is needed. In this study *fuzzy time series (FTS)* models were applied using *average-based length* algorithms. Determination of an effective interval length can affect the prediction result, which can increase the high accuracy in *FTS*. PMI program prediction results of *G to G* Japan program in 2019 obtained 43.3 in the nurse field, in the field of *careworker* was 300, two nurse and *careworker* fields were obtained 325. The results of the PMI program's *G to G* Japan performance prediction test, using *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* was 24.27 % for the nurse field with a prediction accuracy value of  $20\% < MAPE \leq 50\%$  included in the criteria of "Reasonable", in the field of *careworker* 11.29% with a prediction accuracy value of  $10\% < MAPE \leq 20\%$  included in the criteria of "Good", while the two fields of nurse and *careworker* obtained 8.41% with the MAPE prediction accuracy value  $\leq 10\%$  included in the "High" criteria. Based on the prediction results, it can be used as a decision support for management in making policies regarding the preparation, planning, scheduling, placement and protection of future PMI candidates. 46s, it can improve the quality of human resource performance in providing the best service to candidates for the *G to G* Japan PMI program.

**Keywords:** *Indonesian migrant workers, G to G Japan, prediction, average-based length, fuzzy time series*

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan UU RI No 18 Tahun 2017 tentang Perlindungan PMI, pasal 1 <sup>36</sup> disebutkan bahwa; PMI adalah setiap WNI yang akan, sedang, atau telah melakukan pekerjaan dengan menerima upah di luar wilayah RI. Pasal 38 ayat 1 dan 2 dijelaskan <sup>32</sup> layanan penempatan dan perlindungan PMI dilakukan oleh Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah secara terkoordinasi dan terintegrasi. Dengan membentuk layanan terpadu satu atap, yang berbentuk badan.

Saat ini teknis layanan penempatan dan <sup>26</sup> perlindungan PMI tingkat nasional dilakukan oleh Badan Nasional Penempatan dan perlindungan Tenaga Kerja Indonesia (BNP2TKI), sedangkan tingkat provinsi adalah Balai Pelayanan Penempatan dan Perlindungan Tenaga Kerja Indonesia (BP3TKI).

Berdasarkan informasi Deputi Penempatan dan Direktur Pelayanan Penempatan Pemerintah BNP2TKI yang menyatakan bahwa Penempatan PMI di Jepang cukup banyak (bnp2tki.go.id, 2018). Jalanan kerjasama Indonesia dengan Jepang dibidang penempatan PMI telah ada sejak tahun 2008 khususnya penempatan dibidang keperawatan (*nurse*) dan perawat untuk orang lanjut usia (*careworker*) (bnp2tki.go.id, 2018). Perkembangan jumlah peminat PMI program *G to G* ke Jepang bidang *nurse* dan *careworker* dari tahun 2008 hingga 2018 mengalami naik turun (bnp2tki.go.id, 2018).

Dari analisis masalah di atas diperlukan prediksi untuk memperkirakan jumlah PMI program *G to G* Jepang dimasa mendatang.

Satu hal yang sangat penting dalam melakukan analisis perkembangan jumlah PMI yaitu dengan mengukur dan memprediksinya. Untuk menganalisis jumlah PMI yang mengalami naik turun dengan mengukur perkembangan jumlah PMI saat ini dan memprediksikan kondisi tersebut pada masa mendatang.

Sistem prediksi PMI secara umum dapat digunakan sebagai pendukung keputusan bagi manajemen dalam membuat kebijakan terkait persiapan, perencanaan, penjadwalan, penempatan, dan perlindungan terhadap para calon PMI di masa mendatang. Dengan demikian dapat meningkatkan kualitas kinerja sumberdaya manusia dalam memberikan pelayanan terbaik terhadap para calon PMI.

Berkaitan dengan masalah prediksi beberapa peneliti telah mengusulkan konsep *FTS*. Pendahulu Konsep *FTS* adalah Song dan Chissom (Aladag et al., 2012). Berikutnya bermunculan peneliti lainnya

dengan mengusulkan konsep baru dalam *FTS* untuk memprediksi pen<sup>35</sup>aran pada Universitas Alabama, seperti; (Yolcu et al., 2009; Bai et al., 2011; Egrioglu et al.<sup>54</sup> 2011; Qiu et al., 2011; Singh dan Borah, 2013; Wang et al., 2013; Lu et al., 2015; Bisht dan Kumar, 2016;).

Salah satu hal yang sangat penting dalam masalah prediksi adalah penentuan panjang interval yang efektif. Panjang interval sangat mempengaruhi hasil prediksi yakni dapat meningkatkan hasil prediksi secara signifikan.

Banyak peneliti melakukan perbaikan terhadap metode dalam *FTS*, terkait masalah berikut (Singh, 2013):

- a) *Effective length of interfal* (Cheng et al., 20<sup>68</sup>8; Xihao dan Yimin, 2008; Yolcu et al., 2009; Kai et al., 2010; Liu dan Wei, 2010; Singh dan Borah, 2011; Chen dan Tanuwijaya, 2011a; Huang et al., 2011; Wang et al., 2013; Chen dan <sup>56</sup>ong, 2017).
- b) *Fuzzy logical relationships* (Aladag et al., 2009; Huang dan Yu, 2012; Anggodo dan Mahmudy, 2016)
- c) *Defuzzification techniques* (Qiu et al., 2011).

Penerapan *FTS* juga digunakan oleh peneliti lainnya untuk memprediksi indeks gabungan Shanghai, algoritma yang digunakan adalah *average-based length* (Xihao dan Yimin, 2008).

Dalam penelitiannya diperkenalkan rata-rata berbasis panjang interval. Hasil prediksi dalam *FTS* dapat dipengaruhi oleh penentuan panjang interval yang efektif. Meski metode tersebut tergolong sederhana, namun dari hasil uji kinerja metode tersebut lebih akurat dibanding metode yang ditawarkan oleh peneliti sebelumnya, karena mem<sup>13</sup> tingkat kesalahan (*error*) yang lebih kecil.

Berdasarkan uraian di atas dan penelitian sebelumnya, maka <sup>7</sup> lam penelitian ini diusulkan model *FTS* dengan algoritma *average-based length* untuk memprediksi perkembangan jumlah PMI program *G to G* Jepang.

Dalam penelitian ini dirumuskan; (a) Bagaimana menyelesaikan masalah prediksi perkembangan PMI program *G to G* Jepang untuk masa mendatang menggunakan model *FTS* dengan algoritma *average-based length*? ; (b) Bagaimana menguji kinerja metode prediksi yang digunakan, ditinjau dari tingkat persentase kesalahannya?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Fuzzy Time Series

FTS pada umumnya terdiri dari tiga tahapan utama seperti; fuzzifikasi, penentuan *Fuzzy Logical Relationships (FLRs)*, dan defuzzifikasi (Aladag et al., 2012).

Apabila  $U$  sebagai himpunan, maka  $U = \{u_1; u_2; \dots; u_n\}$ . *Fuzzy set*  $A_i$  pada  $U$  ditentukan oleh  $A_i = f_{A_i}(u_1) = u_1 + f_{A_i}(u_2) = u_2 + \dots + f_{A_i}(u_n) = u_n$ ; dimana  $f_{A_i}$  adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set*.  $A_i; f_{A_i}; U \rightarrow [0; 1]$ .  $u_k$  adalah elemen *fuzzy set*  $A_i$  dan  $f_{A_i}(u_k)$  adalah fungsi keanggotaan dari  $u_k$  to  $A_i$ ;  $f_{A_i}(u_k) \in [0; 1]$  dimana  $1 \leq k \leq n$ .

**Definisi 1.**  $Y(t)$  ( $t = \dots; 0; 1; 2; \dots$ ), adalah bagian dari  $R$ .  $Y(t)$  menjadi himpunan yang didefinisikan oleh *fuzzy set*  $f_i(t)$ . Jika  $F(t)$  terdiri dari  $f_i(t)$  ( $i = 1; 2; \dots$ ); maka  $F(t)$  didefinisikan sebagai *FTS* pada  $Y(t)$  ( $t = \dots; 0; 1; 2; \dots$ ).

**Definisi 2.** Apabila terdapat relasi *fuzzy*  $R(t - 1; t)$ , seperti  $F(t) = F(t - 1) \times R(t - 1; t)$ , maka  $F(t)$  dinyatakan sebagai  $F(t - 1)$ . Perhatikan bahwa operator dapat berupa max, min, atau operator aritmatika [1]. Ketika  $F(t - 1) = A_i$  dan  $F(t) = A_j$ ; relasi antara  $F(t - 1)$  dan  $F(t)$  disebut *FLRs* yang dilambangkan  $A_i \rightarrow A_j$ :

**Definisi 3.** *FLRs* dengan *fuzzy set* yang sama di sisi kiri dapat dikelompokkan lebih lanjut ke dalam *fuzzy logical relationship group (FLRGs)*. Misal terdapat *FLRs* seperti berikut ini:

- $A_i \rightarrow A_{j1};$
- $A_i \rightarrow A_{j2};$
- .....

Maka dapat dikelompokkan ke dalam *FLRGs*

- $A_i \rightarrow A_{j1}; A_{j2}; \dots$

Dengan merujuk model Chen, *fuzzy set* yang sama hanya dapat muncul sekali pada sisi kanan *FLRGs*.

**2.2 Average-Based Length**

Pendekatan yang didasarkan pada rata-rata selisih pertama, atau disebut panjang rata-rata. Karena rata-rata selisih pertama belum tentu memenuhi heuristik (setidaknya separuh selisih pertama harus direfleksikan), rata-rata berbasis panjang interval ditetapkan menjadi setengah dari rata-rata selisih pertama.

Algoritma *Average-Based Length* (Xihao dan Lin, 2008; Ekananta et al., 2017):

1. Hitung semua selisih absolut antara  $A_{i+1}$  dan  $A_i$  ( $i = 1; \dots; n - 1$ ), sebagai selisih pertama dan rata-rata dari selisih.
2. Ambil  $\frac{1}{2}$  rata-rata dari langkah pertama sebagai panjang intervalnya.

3. Dari hasil langkah kedua, tentukan basis panjang intervalnya dengan mengacu pada Tabel 1.
4. Bulatkan panjang sesuai dengan basis yang ditentukan sebagai panjang interval.

Tabel 1 Basis Pemetaan

Range	Basis
0.1–1.0	0.1
1.1–10	1
11–100	10
101–1000	100

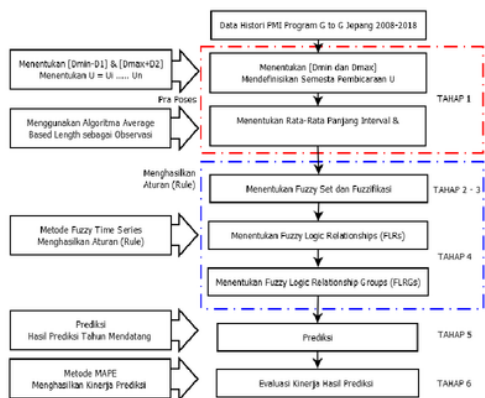
Untuk menunjukkan seberapa efektif panjang interval dapat ditentukan berdasarkan panjang rata-rata, sebagai contoh data *time series* berikut ini (Xihao dan Yimin, 2008):  
30, 50, 80, 120, 100, dan 70.

Beberapa tahapan dalam penerapan algoritma *average-based length*:

1. Hasil selisih adalah:  
20; 30; 40; 30  
Jadi untuk rata-rata selisih pertama adalah 28.
2. Ambil  $\frac{1}{2}$  dari rata-rata panjangnya: 14.
3. Dari hasil langkah kedua, panjang interval ditentukan berdasarkan Tabel 1 yaitu berbasis 10.
4. Pembulatan panjang interval 14 dengan basis 10, yaitu 10.  
Jadi 10 dipilih sebagai panjang interval.

**3. METODOLOGI**

Metodologi dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi



4. PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini untuk melakukan prediksi dibutuhkan data histori jumlah PMI program *G to G* Jepang dari tahun 2008 sampai dengan 2018. Fokus data yang digunakan adalah jumlah PMI dibidang *nurse*, *careworker*, dan jumlah dari *nurse* dan *careworker* seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Histori PMI Program *G to G* Jepang  
Sumber: Data Penempatan dan Perlindungan PMI

Tahun	Nurse (N)	Careworker (C)	(N+C)
2008	104	104	208
2009	173	189	362
2010	39	77	116
2011	47	58	105
2012	29	72	101
2013	48	108	156
2014	41	146	187
2015	66	212	278
2016	46	233	279
2017	29	295	324
2018	31	298	329

Tahap 1. Menentukan Himpunan dan Interval

Sebagai observasi, himpunan *U* didefinisikan sebagai  $[D_{min}, D_{max}]$ , di mana  $D_{min}$  dan  $D_{max}$  adalah histori data minimum dan maksimum yang berupa dua bilangan positif.

Berdasarkan histori data PMI *G to G* Jepang untuk bidang *nurse*, *careworker* dan total tahun 2008-2018:

(*N*): diketahui  $D_{min} = 29$  sedangkan  $D_{max} = 173$ . Jadi himpunan keanggotaan didefinisikan sebagai  $U = [20, 200]$ .

(*C*): diketahui  $D_{min} = 58$  sedangkan  $D_{max} = 298$ . Jadi himpunan keanggotaan didefinisikan sebagai  $U = [50, 300]$ .

(*N+C*): diketahui  $D_{min} = 101$  sedangkan  $D_{max} = 362$ . Jadi himpunan keanggotaan didefinisikan sebagai  $U = [100, 370]$ .

Perhitungan *Average-Based Length*

1. Hitung rata-rata dari selisih, maka diperoleh :

(*N*) = 31.9

(*C*) = 45.6

(*N+C*) = 64.3

2. Ambil  $\frac{1}{2}$  rata-rata selisih dari langkah pertama sebagai panjangnya, yaitu:

(*N*) = 15.95

(*C*) = 22.8

(*N+C*) = 32,15.

3. Rata-rata panjang dari hasil langkah kedua, dapat ditentukan basis-nya dengan mengikuti pada Tabel 1, Jadi basis panjang adalah sebagai berikut:

(*N*) = 10

(*C*) = 10

(*N+C*) = 10

4. Membulatkan panjang masing-masing dari hasil langkah kedua, yaitu: (*N*) 15.95 dengan basis 10 menjadi 20. 20 dipilih sebagai panjang interval pada (*N*); (*C*) 22.8 dengan basis 10 menjadi 20. 20 dipilih sebagai panjang interval pada (*C*); (*N+C*) 32.15 dengan basis 10 menjadi 30. 30 dipilih sebagai panjang interval pada (*N+C*).

Maka *U* dapat dipartisi ke dalam panjang interval yang sama yaitu:

(*N*)  $u_1, \dots, u_{17}$ , dan nilai tengah interval ini adalah  $m_1, \dots, m_{17}$ , di mana: (*N*)  $u_1 = [20, 30], \dots, u_{17} = [180, 190]$ .

(*C*)  $u_1, \dots, u_{13}$ , dan nilai tengah interval ini adalah  $m_1, \dots, m_{13}$ , di mana: (*C*)  $u_1 = [50, 70], \dots, u_{13} = [290, 310]$ .

(*N+C*)  $u_1, \dots, u_9$ , dan nilai tengah interval ini adalah  $m_1, \dots, m_9$ , di mana: (*N+C*)  $u_1 = [100, 130], \dots, u_9 = [340, 370]$ .

Tabel 3 Himpunan Keanggotaan dan Interval

Tahap 2. Menentukan *Fuzzy Set*

Setiap pengamatan linguistik,  $A_i$ , dapat ditentukan oleh interval  $u_1, \dots, u_n$ , sebagai berikut:

1. (*N*)

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{2}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{16}} + \frac{0}{u_{17}}$$

$$A_2 = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{16}} + \frac{0}{u_{17}}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{16}} + \frac{0}{u_{17}}$$

.....

.....

.....

$$A_{17} = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_{15}} + \frac{1}{u_{16}} + \frac{1}{u_{17}}$$

2. (*C*)

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{12}} + \frac{0}{u_{13}}$$

$$A_2 = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{12}} + \frac{0}{u_{13}}$$

$$A_3 = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_{12}} + \frac{0}{u_{13}}$$

.....

.....

.....

$$A_{13} = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_{11}} + \frac{1}{u_{12}} + \frac{1}{u_{13}}$$

3. (N+C)

$$A_1 = \frac{11}{u_1} + \frac{1}{2} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9}$$

$$A_2 = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \dots + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{33}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{1}{2} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9}$$

.....

.....

.....

$$A_9 = \frac{0}{u_1} + \frac{30}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{u_9}$$

**Tahap 3.** Melakukan Fuzzifikasi.  
 Dari data *time series* PMI program *G to G* Jepang dapat di fuzzifikasikan menjadi *fuzzy set*  $A_i$  seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Fuzzified

Tahun	Data Histori			Fuzzified		
	(N)	(C)	(N+C)	(N)	(C)	(N+C)
2008	104	104	208	$A_5$	$A_3$	$A_4$
2009	173	189	362	$A_8$	$A_7$	$A_9$
2010	39	77	116	$A_1$	$A_2$	$A_1$
2011	47	58	105	$A_2$	$A_1$	$A_1$
2012	29	72	101	$A_1$	$A_2$	$A_1$
2013	48	108	156	$A_2$	$A_3$	$A_2$
2014	41	146	187	$A_2$	$A_5$	$A_3$
2015	66	212	278	$A_3$	$A_9$	$A_6$
2016	46	233	279	$A_2$	$A_{10}$	$A_6$
2017	29	295	324	$A_1$	$A_{13}$	$A_8$
2018	31	298	329	$A_1$	$A_{13}$	$A_8$

**Tahap 4.** Menentukan FLRs dan FLRGs.  
 Berdasarkan *fuzzy set* pada tahap 3, selanjutnya tentukan FLRs, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.  
 Dilanjutkan dengan menentukan FLRGs, seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. FLRs (N+C)

(N)	(C)	(N+C)
$A_5 \rightarrow A_8$	$A_3 \rightarrow A_7$	$A_4 \rightarrow 22$
$A_8 \rightarrow A_1$	$A_7 \rightarrow A_2$	$A_9 \rightarrow A_1$
$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_1$
$A_2 \rightarrow A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_1$
$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_3$	$A_1 \rightarrow A_2$
$A_2 \rightarrow A_2$	$A_3 \rightarrow A_5$	$A_2 \rightarrow A_3$
$A_2 \rightarrow A_3$	$A_5 \rightarrow A_9$	$A_3 \rightarrow A_6$
$A_3 \rightarrow A_2$	$A_9 \rightarrow A_{10}$	$A_6 \rightarrow A_6$
$A_2 \rightarrow A_1$	$A_{10} \rightarrow A_{13}$	$A_6 \rightarrow A_8$

$A_1 \rightarrow A_1$	$A_{13} \rightarrow A_{13}$	$A_8 \rightarrow A_8$
Tabel 6. FLRGs (N+C)		
(N)	(C)	(N+C)
$A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_1$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_1, A_1, A_2$
$A_2 \rightarrow A_1, A_3, A_3, A_1$	$A_2 \rightarrow A_1, A_3$	$A_2 \rightarrow A_3$
$A_3 \rightarrow A_2$	$A_3 \rightarrow A_5, A_7$	$A_3 \rightarrow A_6$
$A_5 \rightarrow A_8$	$A_5 \rightarrow A_9$	$A_4 \rightarrow A_9$
$A_8 \rightarrow A_1$	$A_7 \rightarrow A_2$	$A_6 \rightarrow A_6, A_8$
	$A_9 \rightarrow A_{10}$	$A_8 \rightarrow A_8$
	$A_{10} \rightarrow A_{13}$	$A_9 \rightarrow A_1$
	$A_{13} \rightarrow A_{13}$	

**Tahap 5.** Prediksi  
 Dalam melakukan prediksi, aturan yang digunakan adalah sebagai berikut:

**Aturan 1:** Apabila *fuzzy set* adalah  $A_i$ , dan FLRGs  $A_i$  kosong, yaitu  $A_i \rightarrow$ , maka prediksinya adalah  $m_i$ , yang merupakan nilai tengah dari  $u_i$ .

$$\text{Forecasting} = m_i \tag{1}$$

**Aturan 2:** Apabila *fuzzy set* adalah  $A_i$ , dan FLRGs dari  $A_i$  adalah satu-ke-satu, yaitu:  $A_i \rightarrow A_j$ , maka prediksinya adalah  $m_j$ , yang merupakan nilai tengah dari  $u_j$ .

$$\text{Forecasting} = m_j \tag{2}$$

**Aturan 3:** Apabila *fuzzy set* adalah  $A_i$ , dan FLRGs dari  $A_i$  adalah satu-ke-banyak, maka:  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn}$ , maka prediksinya adalah rata-rata  $m_{j1}, m_{j2}, \dots, m_{jn}$ , yang merupakan nilai tengah dari  $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jn}$ , masing-masing.

$$\text{Forecasting} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{ji}}{n} \tag{3}$$

Dengan melihat aturan di atas dan Tabel 6, maka perhitungan *defuzzifikasi* untuk prediksinya adalah sebagai berikut:

- (N)**  
 $A_1 \rightarrow A_2, A_2, A_1$   
 $A_1 = \frac{1}{3}(m_2 + m_2 + m_1)$   
 $A_1 = \frac{1}{3}(50 + 50 + 30)$   
 $A_1 = 43.3$
- (C)**  
 $A_1 \rightarrow A_2$   
 $A_1 \rightarrow m_2$   
 $A_1 = 80$   
 $A_2 \rightarrow A_1, A_3$   
 $A_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_3)$   
 $A_2 = \frac{1}{2}(60 + 100)$   
 $A_2 = 80$

55  
 $A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_1$   
 $A_2 = \frac{1}{4}(m_1 + m_2 + m_3 + m_1)$

$$A_2 = \frac{1}{4}(30 + 50 + 70 + 30)$$

$$A_2 = 45$$

$$A_3 \rightarrow A_5, A_7$$

$$A_3 = \frac{1}{2}(m_5 + m_7)$$

$$A_3 = \frac{1}{2}(140 + 180)$$

$$A_3 = 160$$

$$A_5 \rightarrow A_9$$

$$A_5 \rightarrow m_9$$

$$A_5 = 220$$

$$A_7 \rightarrow A_2$$

$$A_7 \rightarrow m_2$$

$$A_7 = 80$$

$$A_9 \rightarrow A_{10}$$

$$A_9 \rightarrow m_{10}$$

$$A_9 = 240$$

3. (N+C)

$$A_1 \rightarrow A_1, A_1, A_2$$

$$A_1 = \frac{1}{3}(m_1 + m_1 + m_2)$$

$$A_1 = \frac{1}{3}(115 + 115 + 145)$$

$$A_1 = 125$$

$$A_{10} \rightarrow A_{13}$$

$$A_{10} \rightarrow m_{13}$$

$$A_{10} = 300$$

$$A_{13} \rightarrow A_{13}$$

$$A_{13} \rightarrow m_{13}$$

$$A_{13} = 300$$

28

$$A_2 \rightarrow A_3$$

$$A_2 \rightarrow m_3$$

$$A_2 = 175$$

$$A_3 \rightarrow A_6$$

$$A_3 \rightarrow m_6$$

$$A_3 = 265$$

$$A_4 \rightarrow A_9$$

$$A_4 \rightarrow m_9$$

$$A_4 = 355$$

$$A_6 \rightarrow A_6, A_8$$

$$A_6 \rightarrow m_6, m_8$$

$$A_6 = \frac{1}{2}(m_6 + m_8)$$

$$A_6 = \frac{1}{2}(265 + 325)$$

$$A_6 = 295$$

$$A_8 \rightarrow A_8$$

$$A_8 \rightarrow m_8$$

$$A_8 = 325$$

$$A_9 \rightarrow A_1$$

$$A_9 \rightarrow m_1$$

$$A_9 = 115$$

2010	39	77	116	30	80	115
2011	47	58	105	43.3	80	125
2012	29	72	101	45	80	125
2013	48	108	156	43.3	80	125
2014	41	146	187	45	160	175
2015	66	212	278	45	220	265
2016	46	233	279	50	240	295
2017	29	295	324	45	300	295
2018	31	298	329	43.3	300	325
2019	-	-	-	43.3	300	325

Grafik Hasil Prediksi PMI Program G To G Jepang



Gambar 1. Grafik Hasil Prediksi

Tahap: 6 Evaluasi Kinerja Hasil Prediksi

Dari proses prediksi yang telah dilakukan, maka diperkirakan jumlah penempatan PMI program G to G Jepang tahun 2019 adalah :

$$(N) = 43.3$$

$$(C) = 300$$

$$(N+C) = 325$$

Proses selanjutnya adalah mencari tingkat kesalahan (*error*) yang terjadi pada hasil prediksi.

Dalam penelitian ini, digunakan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk mengetahui hasil kinerja prediksi.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n} \quad (4)$$

dimana

$$PE_i = \left( \frac{X_i - F_i}{X_i} \right) (100\%) \quad (5)$$

Dari hasil proses perhitungan menggunakan rumus *MAPE* dihasilkan seperti pada Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Prediksi

Tahun	Aktual			Prediksi		
	(N)	(C)	(N+C)	(N)	(C)	(N+C)
2008	104	104	208	-	-	-
2009	173	189	362	170	160	355

Tabel 8. Hasil Proses MAPE

	(N)	(C)	(N+C)
MAPE	24.27%	11.29%	8.41%

Untuk mengukur ketepatan metode peramalan menggunakan *MAPE*, maka perlu dilakukan evaluasi dengan mengacu pada Tabel 8 dan 9. Hal tersebut untuk menghindari permasalahan dalam menginterpretasikan ukuran keakuratan relatif terhadap besaran nilai aktual dan nilai hasil prediksi.

Hasil evaluasi ini menunjukkan kemampuan metode prediksi seperti pada Tabel 9 (Gustriansyah, 2017). Dimana nilai *MAPE* kurang dari atau sama dengan 20% dapat dikatakan akurasi prediksi **baik**, sedangkan nilai *MAPE* kurang dari atau sama dengan 10% akurasi prediksi dinyatakan **Tinggi**.

Tabel 9. Nilai *MAPE* untuk Evaluasi

Nilai <i>MAPE</i>	Akurasi Prediksi
$MAPE \leq 10\%$	Tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	<i>Reasonable</i>
$MAPE > 50\%$	Rendah

Hasil *MAPE* diperoleh 24.27% untuk (*N*), 11.29% untuk (*C*), dan 8.41% untuk (*N+C*) seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Untuk hasil uji kinerja prediksi jumlah PMI program *G to G* Jepang bidang *Nurse* (*N*), *Careworker* (*C*) dan jumlah *Nurse + Careworker* (*N+C*) menggunakan model *FTS* dengan algoritma *average-based length* dihasilkan nilai *MAPE*:

$$\begin{aligned} (N) &= 20\% < MAPE \leq 50\% \\ (C) &= 10\% < MAPE \leq 20\% \\ (N+C) &= \leq 10\% \end{aligned}$$

maka jika merujuk Tabel 9, tingkat akurasi prediksi termasuk dalam kriteria:

$$\begin{aligned} (N) &= \textit{Reasonable} \text{ (Masuk Akal)} \\ (C) &= \textit{Baik} \\ (N+C) &= \textit{Tinggi} \end{aligned}$$

## 5. KESIMPULAN

Pencapaian prediksi jumlah PMI program *G to G* Jepang dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prediksi dapat mengetahui perkembangan jumlah penempatan PMI program *G to G* Jepang pada tahun berikutnya.
2. Hasil prediksi jumlah PMI program *G to G* Jepang menggunakan model *FTS* dengan algoritma *average-based length* untuk tahun 2019 adalah:  
(*N*)= 43.3, (*C*)= 300, (*N+C*)= 325
3. Evaluasi hasil akurasi prediksi jumlah PMI program *G to G* Jepang menggunakan *MAPE*, termasuk dalam kriteria:  
(*N*)= *Reasonable*

(*C*)= Baik  
(*N+C*)= Tinggi

4. Berdasarkan hasil prediksi tersebut dapat digunakan sebagai pendukung keputusan bagi manajemen dalam membuat kebijakan terkait persiapan, perencanaan, penjadwalan, penempatan, dan perlindungan terhadap para calon PMI program *G to G* Jepang di masa mendatang. Dengan demikian pihak BNP2TKI dapat meningkatkan kualitas kinerja sumberdaya manusia dalam memberikan pelayanan terbaik terhadap para calon PMI program *G to G* Jepang.

Beberapa saran perbaikan pada penelitian ini untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dalam proses prediksi perlu pengembangan lebih lanjut agar menjadi model prediksi yang dapat melibatkan beberapa faktor internal atau eksternal sebagai parameter dalam proses prediksi sehingga dapat menghasilkan model prediksi yang lebih baik tingkat keakuratannya.
2. Model prediksi ini perlu dikembangkan lagi menjadi model yang dapat memprediksi lebih dari satu tahun berikutnya.
3. Diperlukan data-data histori yang lebih detil dan besar, karena akan dapat mempengaruhi hasil prediksinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- ALADAG, C. H., BASARAN, M., EGRIOGLU, E., YOLCU, U., USLU, V.R., 2009. Forecasting in high order fuzzy times series by using neural networks to define fuzzy relations. *Expert Systems with Applications*, Vol.36, pp.4228–4231.
- ALADA, C. H., YOLCU, U., EGRIOGLU, E., DALAR, A. Z., 2012. A new time invariant fuzzy time series forecasting method based on particle swarm optimization. *Applied Soft Computing*, Vol.12, pp.3291–3299.
- ANGGODO, Y.P., MAHMUDY, W.F., 2016. Peramalan Butuhan Hidup Minimum Menggunakan Automatic Clustering dan Fuzzy Logical Relationship. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, Vol.3, No.2, pp.94-102.
- BAI, W., WONG, W.K., CHU, W.C., XIA, M., PAN, F., 2011. A heuristic time-invariant model for fuzzy time series forecasting. *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp.2701–2707.
- BISHT, K., KUMAR, S., 2016. Fuzzy time series forecasting method based on hesitant fuzzy



- sets. *Expert Systems with Applications*, Vol.64, pp.557-568.
- 17 CHEN, S.-M., TANUWIJAYA, K., 2011a. Multivariate fuzzy forecasting based on fuzzy time series and automatic clustering techniques. *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp.10594–10605.
- 21 CHEN, S.M., PHUONG, B.D.H., Fuzzy time series forecasting based on optimal partitions of intervals and optimal weighting vectors. *Knowledge-Based Systems*, Vol.118, pp.204-216.
- 16 CHENG, C.H., CHENG, G.W., WANG, J.W., 2008. Multi-attribute fuzzy time series method based on fuzzy clustering. *Expert Systems with Applications*, Vol.34, pp.1235–1242.
- 2 EGRIOGLU, E., ALADAG, C.H., YOLCU, U., USLU, V.R., ERILLI, N.A., 2011. Fuzzy time series forecasting method based on Gustafson–Kessel fuzzy clustering. *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp.10355-10357, issue 8.
- EKANANTA, 9 MUFLIKHAH, L., DEWI, C., 2018. Penerapan Metode Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik Indonesia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, Vol.2, No.3, pp. 1283-1289.
- 27 GUSTRIANSYAH, R., 2017. Analisis Metode Single Exponential Smoothing dengan Brown Exponential Smoothing pada Studi Kasus Memprediksi Kuantitas Penjualan Produk Farmasidi Apotek. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM, Yogyakarta.
- 2 HUANG, Y.-L., HORNG, S.-J., KAO, T.-W., RUN, R.-S., LAI, J.-L., CHEN, R.-J., KUO, I.-H., KHAN, M.K., 2011. An improved forecasting model based on the weighted fuzzy relationship matrix combined with a PSO adaptation for enrollments. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol.7, pp.4027–4045.
- 15 HUARNG, K.-H., YU, T.H.-K., 2012. Modeling fuzzy time series with multiple observations. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol.8, pp.7415-7426.
- 6 KAI, C., PING, F.F., GANG, C.W., 2010. A novel forecasting model of fuzzy time series based on k-means clustering. In:2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science, China, pp.223–225.
- LIU, H.-T., WEI, M.-L., 2010. An improved fuzzy forecasting method for seasonal time series. *Expert Systems with Applications*, Vol.37, pp.6310–6318.
- 49
- 1 LU, W., CHEN, X., PEDRYCZ, W., LIU, X., YANG, J., 2015. Using interval information granules to improve forecasting in fuzzy time series. *International Journal of Approximate Reasoning*, Vo.57, pp.1–18.
- 8 QIU, W., LIU, X., LI, H., 2011. A generalized method for forecasting based on fuzzy time series. *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp.10446–10453.
- 6 SINGH, P., BORAH, B., 2011. An efficient method for forecasting using fuzzy time series. In: *Machine Intelligence*. Tezpur University, Assam (India), Narosa, India, pp. 67–75.
- 25 SINGH, P., BORAH, B., 2013. An efficient time series forecasting model based on fuzzy time series. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol.26, pp.2443–2457.
- 1 WANG, L., LIU, X., PEDRYCZ, W., 2013. Effective intervals determined by information granules to improve forecasting in fuzzy time series. *Expert Systems with Applications*, Vol.40, pp.5673-5679, issue 14.
- 20 XIHAO, S., YIMIN, L., 2008. Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index. *World Journal of Modelling and Simulation*, Vol.4, No.2, pp.104-111.
- 12 YOLCU, U., EGRIOGLU, E., USLU, V.R., BASARAN, M.A., ALADAG, C.H., 2009. A new approach for determining the length of intervals for fuzzy time series. *Applied Soft Computing*, Vol.9, pp.647–651.
- 14 Undang-undang Republik Indonesia nomor 18 tahun 2017 tentang 45 perlindungan Pekerja Migran Indonesia. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- bnp2tki.go.id, 2018. Retrieved from <http://www.bnp2tki.go.id/read/13327/Minat-PMI-Program-G-to-G-ke-Jepang-dan-Korea-Selatan-Semakin-Tinggi>
- Data Penempatan dan Perlindungan PMI. Retrieved from [http://www.bnp2tki.go.id/uploads/data/data\\_05-10-2018\\_025400\\_Laporan\\_Pengolahan\\_Data\\_BNP2TKI\\_2018\\_-\\_SEPTEMBER.pdf](http://www.bnp2tki.go.id/uploads/data/data_05-10-2018_025400_Laporan_Pengolahan_Data_BNP2TKI_2018_-_SEPTEMBER.pdf)
- 8 QIU, W., LIU, X., LI, H., 2011. A generalized method for forecasting based on fuzzy time series. *Expert Systems with Applications*, Vol.38, pp. 10446-10453, issue 8.

ORIGINALITY REPORT

29%

SIMILARITY INDEX

27%

INTERNET SOURCES

18%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repositorio.ufpa.br">repositorio.ufpa.br</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://article.sapub.org">article.sapub.org</a> Internet Source	2%
3	<a href="http://jtiik.ub.ac.id">jtiik.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://www.springerprofessional.de">www.springerprofessional.de</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	1%
6	Pritpal Singh, Bhogeswar Borah. "An efficient time series forecasting model based on fuzzy time series", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2013 Publication	1%
7	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://repositorio.ufscar.br">repositorio.ufscar.br</a> Internet Source	1%

---

9	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
10	<a href="http://sablon.sdu.edu.tr">sablon.sdu.edu.tr</a> Internet Source	1%
11	<a href="http://www.gallup.unm.edu">www.gallup.unm.edu</a> Internet Source	1%
12	<a href="http://yunus.hacettepe.edu.tr">yunus.hacettepe.edu.tr</a> Internet Source	1%
13	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	1%
14	<a href="http://eprints.umm.ac.id">eprints.umm.ac.id</a> Internet Source	1%
15	Sumit Sakhuja, Vipul Jain, Sameer Kumar, Charu Chandra, Sarit K Ghildayal. "Genetic algorithm based fuzzy time series tourism demand forecast model", Industrial Management & Data Systems, 2016 Publication	1%
16	<a href="http://jses.ase.ro">jses.ase.ro</a> Internet Source	1%
17	<a href="http://www.airitilibrary.com">www.airitilibrary.com</a> Internet Source	1%
18	<a href="http://www.worldacademicunion.com">www.worldacademicunion.com</a> Internet Source	1%

---

19	<a href="http://jeest.ub.ac.id">jeest.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
20	<a href="http://ejournal.undip.ac.id">ejournal.undip.ac.id</a> Internet Source	1%
21	Krishna Kumar Gupta, Sanjay Kumar. "Chapter 4 Fuzzy Time Series Forecasting Method Using Probabilistic Fuzzy Sets", Springer Nature, 2019 Publication	1%
22	<a href="http://www.comune.spilamberto.mo.it">www.comune.spilamberto.mo.it</a> Internet Source	1%
23	<a href="http://ecen3233.okstate.edu">ecen3233.okstate.edu</a> Internet Source	1%
24	<a href="http://www.ijcaonline.org">www.ijcaonline.org</a> Internet Source	1%
25	<a href="http://fedetd.mis.nsysu.edu.tw">fedetd.mis.nsysu.edu.tw</a> Internet Source	<1%
26	<a href="http://buruhmigran.or.id">buruhmigran.or.id</a> Internet Source	<1%
27	<a href="http://ojs.amikom.ac.id">ojs.amikom.ac.id</a> Internet Source	<1%
28	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Internet Source	<1%

[www.endocrinedisruptor.org](http://www.endocrinedisruptor.org)



29	Internet Source	<1%
30	Hu, Y.. "Canonical basis for type A <sup>4</sup> ", Journal of Algebra, 20030515 Publication	<1%
31	<a href="http://www.cb.thu.edu.tw">www.cb.thu.edu.tw</a> Internet Source	<1%
32	<a href="http://www.jurnas.com">www.jurnas.com</a> Internet Source	<1%
33	<a href="http://bdtd.biblioteca.ufpb.br">bdtd.biblioteca.ufpb.br</a> Internet Source	<1%
34	<a href="http://thesis.library.caltech.edu">thesis.library.caltech.edu</a> Internet Source	<1%
35	Pritpal Singh. "Applications of Soft Computing in Time Series Forecasting", Springer Nature America, Inc, 2016 Publication	<1%
36	<a href="http://www.jogloabang.com">www.jogloabang.com</a> Internet Source	<1%
37	<a href="http://www.efsa.europa.eu">www.efsa.europa.eu</a> Internet Source	<1%
38	Tung-Kuan Liu, Yeh-Peng Chen, Jyh-Horng Chou. "Extracting fuzzy relations in fuzzy time series model based on approximation concepts", Expert Systems with Applications,	<1%

2011

Publication

39

[www.ceci.org.tw](http://www.ceci.org.tw)

Internet Source

<1%

40

[openaccess.city.ac.uk](http://openaccess.city.ac.uk)

Internet Source

<1%

41

[isg.rhbnc.ac.uk](http://isg.rhbnc.ac.uk)

Internet Source

<1%

42

[repository.upi.edu](http://repository.upi.edu)

Internet Source

<1%

43

[db.zmitac.aei.polsl.pl](http://db.zmitac.aei.polsl.pl)

Internet Source

<1%

44

[www.setkab.go.id](http://www.setkab.go.id)

Internet Source

<1%

45

[www.kumham-jakarta.info](http://www.kumham-jakarta.info)

Internet Source

<1%

46

A. Kurniati, C.-M. Chen, F. Efendi, R. Ogawa. "A deskillling and challenging journey: the lived experience of Indonesian nurse returnees", *International Nursing Review*, 2017

Publication

<1%

47

Ali Karasan, İsmail Sevim, Melih Çınar. "chapter 15 Fuzzy Time Series", IGI Global, 2017

Publication

<1%

48	<a href="http://sentrin.filkom.ub.ac.id">sentrin.filkom.ub.ac.id</a> Internet Source	<1%
49	<a href="http://theglobaljournals.com">theglobaljournals.com</a> Internet Source	<1%
50	<a href="http://ejournal.uin-malang.ac.id">ejournal.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	<1%
51	<a href="http://www.isei.or.id">www.isei.or.id</a> Internet Source	<1%
52	<a href="http://www.oalib.com">www.oalib.com</a> Internet Source	<1%
53	<a href="http://prisilianotanubun.blogspot.com">prisilianotanubun.blogspot.com</a> Internet Source	<1%
54	Mahua Bose, Kalyani Mali. "chapter 14 Application of Fuzzy Sets and Shadowed Sets in Predicting Time Series Data", IGI Global, 2018 Publication	<1%
55	Hongxin Wan, Yun Peng. "The Decision Rules Mining Algorithm of Information System Based on Rough Set", 2011 International Conference on Internet Technology and Applications, 2011 Publication	<1%
56	Charu Gupta, Amita Jain, Devendra Kumar Tayal, Oscar Castillo. "ClusFuDE: Forecasting low dimensional numerical data using an	<1%

# improved method based on automatic clustering, fuzzy relationships and differential evolution", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2018

Publication

---

---

Exclude quotes      Off  
Exclude bibliography      Off

Exclude matches      Off