

Pendekatan Fuzzy Pada Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Kabupaten Badung

Tjokorda Bagus Oka

Jurusan Matematika – Fakultas MIPA – Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung 80211
e-mail: bagusoka@unud.ac.id

Eka N. Kencana

² Jurusan Matematika – Fakultas MIPA – Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung 80211
e-mail: i.putu.enk@unud.ac.id

Abstract: *This work is directed to forecast the number of foreign visitors come to tourist's destinations at Badung regency, Province of Bali. Using visit historical data for period January 2000 to February 2015, Markov Transition Matrix and Fuzzy Triangular Number are applied to represent fuzzy logical relationship group and member function in fuzzy model, respectively. The results showed the in-sample forecasting accuracy for our fuzzy model as much as 2,48 percent. To validate the model, we found the average forecasting error rate for five consecutive months (March – July 2015) as much as 2,70 percent.*

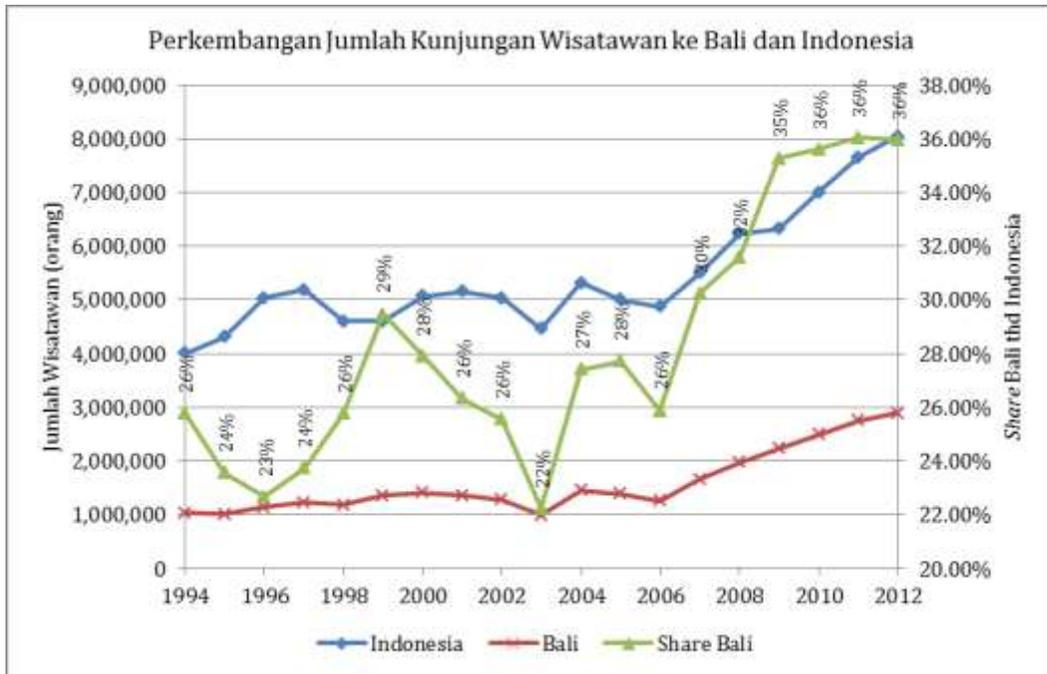
Keywords: *forecasting, fuzzy model, FTN, tourists' visit, transition matrix*

1. Pendahuluan

Kepariwisataan sejak era 1990-an bangkit menjadi salah satu sektor andalan Indonesia dalam melaksanakan pembangunan untuk mensejahterakan rakyat Indonesia. Dominannya industri pariwisata dalam mendukung perekonomian kawasan khususnya teramati pada provinsi atau kabupaten yang secara relatif tidak memiliki sumber daya alam (SDA) dalam jumlah berlimpah. Provinsi Bali merupakan satu dari 34 provinsi di Indonesia yang tidak memilikinya, dan menjadikan kepariwisataan sebagai salah satu dari dua pilar pertumbuhan ekonomi Bali, selain pertanian sektor pertanian dalam arti luas.

Kepariwisataan Bali memiliki posisi yang sangat strategis pada diskursus kepariwisataan Indonesia. Bali dengan potensi keunikan tradisi dan budaya masyarakatnya merupakan daya tarik utama bagi wisatawan mancanegara berkunjung ke Bali. Pada periode tahun 1994-2002 kunjungan wisatawan mancanegara secara rata-rata meningkat sebesar 3,0 persen; dan pada periode tahun 2004-2012 sebesar 13,7

persen. Gambar 1 menunjukkan perkembangan jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Bali serta persentase kunjungan kunjungan ke Bali terhadap kunjungan ke Indonesia:



Sumber: Dinas Pariwisata Provinsi Bali [1], Diolah

Gambar 1. Perkembangan Jumlah Kunjungan Wisatawan ke Bali dan Indonesia, Periode Tahun 1994 – 2012

Meskipun Provinsi Bali memiliki sembilan kabupaten/kota, tidak dapat dipungkiri bahwa fondasi utama kepariwisataan di daerah ini bertumpu pada kepariwisataan di Kabupaten Badung. Sebagai fondasi utama kepariwisataan Bali, merujuk Peraturan Daerah Provinsi Bali No. 16 tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Provinsi Bali, kawasan pariwisata di Kabupaten Badung ditetapkan meliputi 3 kawasan yaitu Nusa Dua, Kuta, dan Tuban.

Kepariwisataan di Kabupaten Badung harus diakui telah memberikan kontribusi positif terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi wilayah dan regional Bali. Menurut SAKERNAS 2009-2010, sektor perdagangan, hotel dan restoran (PHR) di Kabupaten Badung merupakan sektor dengan serapan tenaga kerja tertinggi, pada tahun 2009 jumlah tenaga kerja yang terserap di sektor ini sebesar 29,34% dan meningkat menjadi 33,45% pada tahun 2010. Meski demikian, pariwisata yang tidak mempertimbangkan kapasitas dukung optimal wilayah berpotensi memunculkan gangguan di bidang sosial budaya, dan lingkungan. Salah satu upaya untuk menekan potensi gangguan ini adalah

melalui perencanaan yang cermat pada pengembangan kepariwisataan di Kabupaten Badung. Perencanaan pengembangan ini tidak dapat dilepaskan dari proyeksi kunjungan jumlah wisatawan mancanegara dan nusantara ke kabupaten ini.

Mencermati peranan perencanaan kepariwisataan dalam mewujudkan keberlanjutannya, maka tulisan ini ditujukan untuk (a) memodelkan kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung secara kuantitatif, dan (b) menduga jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke kabupaten ini *out-of-sample* menggunakan data historis yang tersedia.

2. Data dan Metode

Menggunakan data kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung pada periode Januari 2000 – Februari 2015 dari Dinas Pariwisata Provinsi Bali, analisis dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* dilakukan mengikuti tahapan-tahapan berikut:

- 1) Menghitung laju pertumbuhan kunjungan wisatawan mancanegara dari dua data yang terurut melalui persamaan berikut;

$$r_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \times 100\%; \quad y_t \text{ menyatakan jumlah kunjungan waktu ke } - t \quad (1)$$

- 2) Menghitung jumlah interval yang dibutuhkan untuk mengelompokkan data laju pertumbuhan serta mengelompokkan masing-masing data ke dalam interval yang bersesuaian;
- 3) Melakukan *fuzzyfikasi* pada setiap data laju pertumbuhan;
- 4) Membangun himpunan *fuzzy* dari masing-masing *fuzzified data*;
- 5) Membangun *Fuzzy Logical Relationship Group* dan membuat *Markov Transition Matrix*;
- 6) Menghitung nilai *Average Forecasting Error Rate (AFER) in-sample* untuk memeriksa tingkat keakurasian model. Bila AFER di bawah 5 persen, maka model dianggap layak untuk digunakan melakukan peramalan *out-of-sample*, selain itu *fuzzified data* yang dihasilkan pada langkah ketiga direvisi;
- 7) Model yang memiliki AFER di bawah 5 persen selanjutnya digunakan untuk meramalkan kunjungan wisatawan secara *out-of-sample* pada 9 titik amatan berikutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

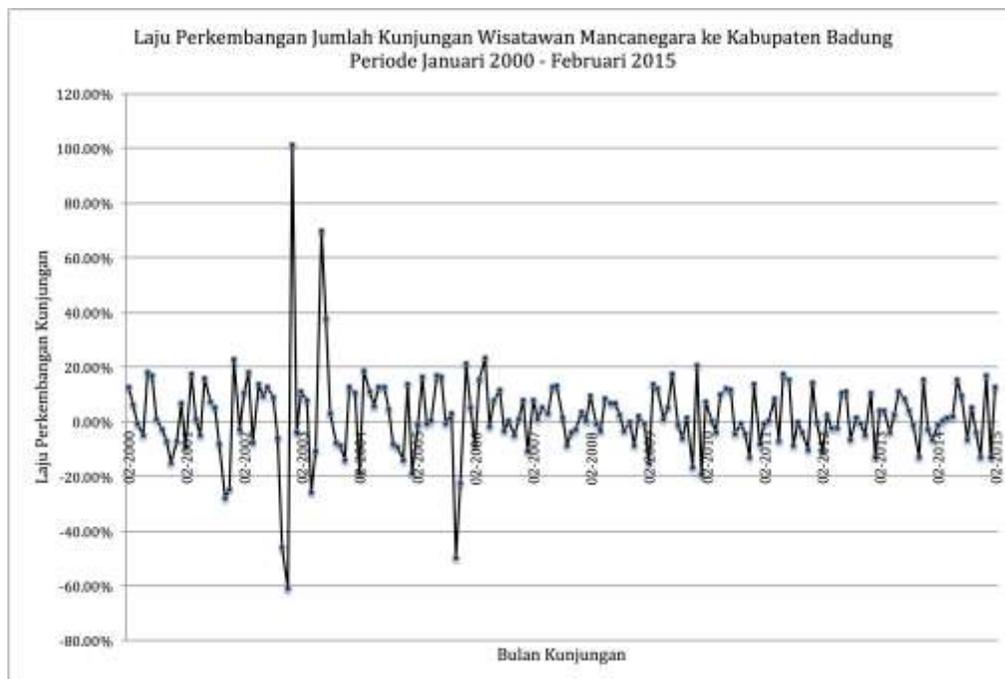
Data tentang kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung tidak berbeda dengan data kunjungan ke Bali memperhatikan wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Bali dominan datang melalui Bandara I Gusti Ngurah Rai berlokasi di Kabupaten Badung. Laju kunjungan wisatawan mancanegara periode Januari 2000 – Februari 2015 diperlihatkan pada gambar 2, di mana secara visual teramati terdapat

beberapa amatan yang ditengarai merupakan data pencilan (*outlier*). Pada proses peramalan secara kuantitatif, data pencilan merupakan ‘gangguan’ yang bisa mempengaruhi keakurasian peramalan [2,3]. Merujuk pada teori-teori Statistika, nilai amatan yang lebih besar dari 2,5 kali nilai simpangan baku matriks data merupakan pencilan mayor yang memiliki pengaruh (*influence*) signifikan terhadap tingkat keakurasian ramalan. Hasil analisis data menunjukkan terdapat 5 buah pencilan:

Tabel 1. Pencilan pada Data Laju Kunjungan Wisatawan

No	Bulan-Tahun	Laju Perkembangan (%)	Keterangan
1	10 – 2002	- 46.20	Bom Bali I, 12 Oktober 2002
2	11 – 2002	- 61.16	Dampak bom Bali I
3	12 – 2002	101.27	Pemulihan dari dampak bom Bali I
4	06 – 2003	68.92	Tak terjelaskan
5	10 – 2005	-49.88	Bom Bali II, 1 Oktober 2005

Memperhatikan pendapat Emmanuel [2] dan Makridakis et al. [3], maka kelima amatan pada Tabel 1 dikeluarkan dari pembentukan model *fuzzy*. Dengan demikian, total amatan yang digunakan melakukan proses pemodelan berjumlah 176 data.



Gambar 2. Laju Perkembangan Jumlah Kunjungan Wisatawan ke Bali dan Indonesia Periode Tahun 1994 – 2012

3.1 Intervalisasi dan Fuzzyfikasi Laju Kunjungan Wisatawan

Pengembangan model *fuzzy* diawali dengan mengelompokkan masing-masing data ke dalam interval-interval yang bersesuaian di mana jumlah interval ditentukan menggunakan formula Sturges [4] dan sub-sub interval dibentuk merujuk pendapat dari Stevenson & Porter [5], dengan interval dengan jumlah amatan terbanyak, terbanyak kedua, dan terbanyak ketiga masing-masing ‘dipecah’ menjadi 4, 3, dan 2 sub interval. Interval yang tidak memiliki amatan selanjutnya dieliminasi dari daftar interval akhir. Menggunakan formula Sturges, diperoleh jumlah interval sebanyak:

$$1 + 3,332 \log_{10} (176) \approx 8$$

Memperhatikan nilai minimum dan maksimum laju perkembangan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara (setelah data pencilan dikeluarkan) masing-masing sebesar -27.78 persen dan 37.60 persen, maka himpunan semesta (*universe of discourse*) *fuzzy* merupakan himpunan tertutup $U: [-27,00\%; 38,00\%]$ dengan lebar $d = \frac{(38.00\% - (-27.00\%))}{8} = 8.13\%$. Delapan interval yang terbentuk ini – bersifat saling lepas atau tidak beririsan satu dengan lainnya dan memiliki lebar yang sama – dengan banyaknya amatan pada masing-masing interval – diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Intervalisasi Data Laju Kunjungan Wisatawan

Interval	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Frekuensi Amatan	Jumlah Sub-Interval	Lebar Sub-Interval
U_1	-27.00%	-18.88%	6	1	8.13%
U_2	-18.88%	-10.75%	13	1	8.13%
U_3	-10.75%	-2.63%	41	2	4.06%
U_4	-2.63%	5.50%	51	4	2.03%
U_5	5.50%	13.63%	40	3	2.71%
U_6	13.63%	21.75%	22	1	8.13%
U_7	21.75%	29.88%	2	1	8.13%
U_8	29.88%	38.00%	1	1	8.13%

Informasi pada Tabel 2 selanjutnya digunakan membentuk 14 himpunan fuzzy berikut:

Tabel 3. Himpunan Fuzzy (*Fuzzy Set*) pada Laju Perkembangan Jumlah Kunjungan

Fuzzy Set	Nilai			Fuzzy Set	Nilai		
	Minimum	Maksimum	Tengah		Minimum	Maksimum	Tengah
F_1	10,92%	-18,88%	-3,98%	F_8	3,47%	5,50%	4,48%
F_2	-18,88%	-10,75%	-14,81%	F_9	5,50%	8,21%	6,85%
F_3	-10,75%	-6,69%	-8,72%	F_{10}	8,21%	10,92%	9,56%
F_4	-6,69%	-2,63%	-4,66%	F_{11}	10,92%	13,63%	12,27%
F_5	-2,63%	-0,59%	-1,61%	F_{12}	13,63%	21,75%	17,69%
F_6	-0,59%	1,44%	0,42%	F_{13}	21,75%	29,88%	25,81%
F_7	1,44%	3,47%	2,45%	F_{14}	29,88%	38,00%	33,94%

3.2 Pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group*

Pada hakekatnya, sebuah amatan yang telah difuzzifikasi (F_i) akan memiliki keterkaitan dengan amatan *fuzzy* lainnya (F_j). Relasi yang terbentuk antardua amatan *fuzzy* disebut *fuzzy logical relationship* (FLR) dan himpunan seluruh FLR disebut *fuzzy logical relationship group* (FLRG). Secara matematis, relasi yang terbentuk antardua amatan *fuzzy* dinyatakan sebagai:

$$\mathbb{R} \therefore F_i \rightarrow F_j$$

Pada persamaan di atas, F_i dan F_j masing-masing disebut sebagai *left-hand side* (LHS) dan *right-hand side* (RHS) dari relasi \mathbb{R} . Sebagai misal, relasi *fuzzy* yang terjadi antara amatan bulan Februari dengan Maret tahun 2000 bisa dinyatakan dalam bentuk $\mathbb{R}_{Feb-Maret\ 2000} \therefore F_{11} \rightarrow F_9$. Pemeriksaan terhadap FLR yang terbentuk dari matriks data memberikan FLRG yang dapat ditulis sebagai Matriks Transisi Markov (*Markov Transition Matrix* atau MTM) seperti terlihat pada Tabel 4 dengan masing-masing angka yang terdapat pada perpotongan baris LHS dengan kolom RHS menunjukkan jumlah kejadian $\mathbb{R} \therefore F_i \rightarrow F_j$ pada matriks data. Kolom **Total** menunjukkan seluruh kejadian yang LHS-nya F_i untuk $i = 1, \dots, 14$.

Tabel 4. Matriks Transisi Markov dari Relasi Himpunan Fuzzy

		Right-hand Side (RHS)														Total
		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	F_{10}	F_{11}	F_{12}	F_{13}	F_{14}	
Left-hand Side (LHS)	F_1	1	1							1			2	1		6
	F_2			1		1		1	1			3	5		1	13
	F_3	1	3	2	1	1	1	1	1	2			5			18
	F_4		2	2	3	2	5	1	1	1	4		2			23
	F_5		2		5	1	3	1		1	1		1			15
	F_6		2	2	5	1	1	1	2	2	1		1			18
	F_7	1		1	1	2						2	1			8
	F_8			3	2	1	1	1	1				1			10
	F_9	1		3		1	2	1	2	2		2				14
	F_{10}	1	1	1	1	1				1		3	1			10
	F_{11}		1		3		2		1	3	2	3				15
	F_{12}	1	1	3	1	3	3		1	1	2	2	3	1		22
	F_{13}				1	1										2
	F_{14}						1									1

Pada model *fuzzy*, nilai dugaan (\hat{y}_t) sebuah amatan sangat ditentukan oleh fungsi keanggotaan *fuzzy* (*membership function*/MF) yang dipilih. Terdapat beberapa MF yang lazim digunakan, dalam penelitian ini MF yang digunakan adalah *Fuzzy Triangular Number* (FTN) yang teruji memiliki nilai AFER terkecil saat digunakan untuk

meramalkan kunjungan wisatawan [4]. Melalui penggunaan FTN, maka proses **defuzzifikasi** – menghitung nilai \hat{r}_i dapat dilakukan dengan mengadopsi formula yang diintroduksi oleh Stevenson & Porter [5] sebagai berikut:

$$\hat{r}_i = \begin{cases} \frac{1 + 0.5}{\frac{1}{m_1} + \frac{0.5}{m_2}}; & \text{jika } i = 1 \\ \frac{0.5 + 1 + 0.5}{\frac{0.5}{m_{i-1}} + \frac{1}{m_i} + \frac{0.5}{m_{i+1}}}; & \text{jika } 2 \leq i < n - 1 \\ \frac{0.5 + 1}{\frac{0.5}{m_{i-1}} + \frac{1}{m_i}}; & \text{jika } i = n \end{cases}$$

Pada persamaan di atas, \hat{r}_i dan n masing-masing menunjukkan nilai dugaan untuk laju perkembangan kunjungan wisatawan mancanegara pada periode ke – i dan jumlah himpunan *fuzzy* (F_i) pada himpunan semesta \mathbb{Z} . Bila nilai \hat{r}_i telah diketahui, maka nilai dugaan kunjungan wisatawan pada periode ke – i (\hat{y}_i) dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\hat{y}_i = (1 + \hat{r}_i) \times y_{i-1}$$

Pada peramalan *in-sample*, diperoleh nilai AFER untuk model *fuzzy* yang digunakan untuk meramalkan kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung sebesar **2,48 persen**; sebuah nilai yang menunjukkan bahwa tingkat keakurasian model sangat baik.

3.3 Peramalan *Out-of-Sample* dan Prediksi Kunjungan Wisatawan

Memperhatikan AFER pada peramalan *in-sample* yang sangat kecil, maka disimpulkan model layak untuk digunakan melakukan peramalan *out-of-sample*. Pada saat matriks data dianalisis, data kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung hanya tersedia hingga bulan Juli 2015. Agar nilai AFER bisa dihitung, maka peramalan *out-of-sample* hanya dilakukan mulai bulan Maret 2015 hingga Juli 2015. Hasil ramalan kunjungan wisatawan mancanegara *out-of-sample* pada periode tersebut seperti terlihat pada Tabel 5:

Tabel 5. Peramalan *Out-of-Sample* Kunjungan Wisatawan Mancanegara Periode Maret 2015 – Juli 2015

Periode	Nilai Aktual		Nilai Dugaan		Galat
	Laju	Jumlah (orang)	Laju (%)	Jumlah (orang)	
Maret 2015	-9.95%	305 272	0.84%	310 379	1.67%
April 2015	2.78%	313 763	2.53%	312 999	0.24%
Mei 2015	-5.67%	295 973	0.00%	299 898	1.33%
Juni 2015	21.53%	359 702	1.27%	334 578	6.98%
Juli 2015	6.91%	384 546	9.98%	397 116	3.27%
<i>AFER Out-of-Sample</i>					2.70%

Memperhatikan nilai AFER dari peramalan *in-sample* dan *out-of-sample* kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung yang relatif sangat kecil, masing-masing sebesar 2,48 persen dan 2,70 persen; dilakukan prediksi kunjungan wisatawan pada periode Agustus – Desember 2015 (5 bulan) dengan menggunakan data **dua** tahun terakhir, dengan hasil prediksi seperti tercantum pada Tabel 6:

Tabel 6. Prediksi Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Kabupaten Badung

Nilai Aktual dan Fuzzifikasinya							Nilai Prediksi		
Periode	Jumlah (orang)	Fuzzy Set	FLRG	Frekuensi (F)	Nilai Tengah LHS (M)	F x M (%)	Periode	Laju (%)	Jumlah (orang)
08-2013	309 219	F ₈	F ₉ → F ₈	2	4.48	8.97	08-2015	-1.33	379 439
08-2014	336 763	F ₃	F ₁₀ → F ₃	1	-8.72	-8.72			
09-2013	305 629	F ₅	F ₈ → F ₅	1	-1.61	-1.61	09-2015	1.44	384 893
09-2014	354 762	F ₈	F ₃ → F ₈	1	4.48	4.48			
10-2013	266 652	F ₂	F ₅ → F ₂	2	-14.81	-29.63	10-2015	-9.73	347 426
10-2014	341 651	F ₄	F ₈ → F ₄	2	-4.66	-9.31			
11-2013	307 276	F ₁₂	F ₂ → F ₁₂	5	17.69	88.44	11-2015	8.40	376 616
11-2014	296 876	F ₂	F ₄ → F ₂	2	-14.81	-29.63			
12-2013	299 013	F ₄	F ₁₂ → F ₄	1	-4.66	-4.66	12-2015	13.96	429 205
12-2014	347 370	F ₁₂	F ₂ → F ₁₂	5	17.69	88.44			

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan Penelitian

Aplikasi *Fuzzy Time Series* sebagai teknik peramalan kuantitatif pada ranah *soft modeling* dapat diaplikasikan dengan baik pada peramalan kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung. Peramalan secara *in-sample* pada matriks data kunjungan wisatawan mancanegara ke Kabupaten Badung pada periode Januari 2000 – Februari 2015 memberikan nilai AFER sebesar 2,48 persen; sedangkan peramalan secara *out-of-sample* pada periode Maret – Juli 2015 memberikan nilai AFER sebesar 2,70 persen. Kedua nilai AFER ini menunjukkan model *fuzzy* yang diterapkan memiliki tingkat keakurasian yang sangat baik.

4.2 Rekomendasi

1. Data yang digunakan dalam melakukan pemodelan *fuzzy* adalah data laju perkembangan kunjungan yang dihitung dari dua amatan yang berturutan. Bila tidak terdapat fluktuasi nilai kunjungan yang bersifat ekstrim antardua periode waktu yang berturutan, maka laju perkembangan masih menunjukkan kinerja model dengan baik. Sebaliknya, disarankan untuk menggunakan nilai logaritma dari perbandingan jumlah kunjungan antardua periode amatan memperhatikan logaritma mampu meminimalkan 'jarak' antardua amatan yang bersifat ekstrim;
2. Meskipun fungsi keanggotaan segitiga (*fuzzy triangular number/FTN*) yang digunakan dalam proses *defuzzification* lazim dimanfaatkan pada pemodelan FTS mengingat kinerjanya telah teruji, disarankan pada penelitian dengan memanfaatkan FTS sebagai alat peramal agar mencoba fungsi keanggotaan lain seperti fungsi *sigmoid* atau fungsi *trapezoid* dalam defuzzifikasi. Hal ini layak dicoba khusus pada situasi di mana lebih dari dua amatan sebelumnya memiliki pengaruh pada amatan yang akan diramalkan.

Daftar Pustaka

- [1] Dinas Pariwisata Provinsi Bali, *Direktori 2012*. Denpasar, 2013.
- [2] Haven Emmanuel, "The Use of Fuzzy Set Theory in Economics: Application in Micro-Economics and Finance," McGill University, Montreal, PhD Thesis 1995.
- [3] Spyros Makridakis, Steven C Wheelwright, and Victor E McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, 2nd ed. Tangerang: Binarupa Aksara, 1999.
- [4] I Putu Eka N. Kencana and IBK. Puja Arimbawa K, "Aplikasi Metode Fuzzy pada Peramalan Jumlah Wisatawan Australia ke Bali," in *Konferensi Nasional Matematika XVII*, Surabaya, 2014, pp. 211-210.
- [5] Meredith Stevenson and John E. Porter, "Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 55, pp. 154-157, 2009.