

APLIKASI PEMODELAN FUZZY PADA INDIKATOR MAKROEKONOMI PROVINSI BALI

I Komang Gde Sukarsa^{1*}, I Putu Eka N. Kencana²

Laboratorium Statistika Jurusan Matematika, FMIPA UNUD, Bukit Jimbaran, Badung^{1*}
Konsorsium Riset Pariwisata – Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi²

*sukarsakomang@yahoo.com

Abstrak

Sebagian besar data indikator makroekonomi merupakan data deret waktu yang umumnya diprediksi menggunakan model runtun waktu yang dikelompokkan ke dalam kelas pemodelan stokastik atau menggunakan model-model pemulus. Penelitian ini ditujukan untuk melihat kemampuan pemodelan fuzzy yang tergolong ke dalam *soft modeling* pada kasus data makroekonomi Provinsi Bali pada periode tahun 1990 – 2013. Indikator makroekonomi yang diprediksi adalah Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB), Konsumsi, Pembentukan Modal Tetap Domestik Bruto (PMTDB), dan Ekspor Neto Provinsi Bali pada periode tersebut. Kelas pemodelan fuzzy yang digunakan adalah model *Fuzzy Time Series* (FTS) orde satu dengan fungsi keanggotaan yang dipilih adalah fungsi keanggotaan segitiga fuzzy (*fuzzy triangular number*). Hasil penelitian menunjukkan model FTS memberikan tingkat keakurasian prediksi yang tinggi, terlihat dari nilai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) yang rendah. Nilai-nilai AFER untuk prediksi *out-of-sample* dari indikator PDRB, Konsumsi, dan PMTDB masing-masing sebesar 0,20 persen; 2,15 persen; dan 1,08 persen. Komparasi model FTS dalam memprediksi PDRB dengan formula makroekonomi untuk menghitung PDRB menunjukkan model FTS mengungguli formula makroekonomi dengan nilai AFER model FTS sebesar 0,20 persen sedangkan formula makroekonomi memberikan nilai AFER sebesar 4,00 persen.

Kata kunci: AFER, *fuzzy modelling*, *fuzzy time series*, model makroekonomi

Abstract

Most of macroeconomic indicators are time series data. In general, time series data were predicted by using time series models which are classified into stochastic model or by applying exponential model. This research aimed to elaborate the performance of fuzzy modeling which is grouped into soft modeling in predicting the macroeconomic indicators for period 1990 – 2013 of Bali Province. The predicted indicators were Gross Domestic Product (GDP), Consumption, Gross Domestic Investment (GDI) and Net Export of Bali Province for that period. We applied first order Fuzzy Time Series (FTS) with membership function had been chosen is Fuzzy Triangular Number (FTN). The result showed FTS model gave high prediction rate, observed from its Average Forecasting Error Rate (AFER). The AFER's values for GDP, Consumption, and GDI were 0.20 percent, 2.15 percent, and 1.08 percent, respectively. In addition, for out-of-sample forecast of GDP, FTS outperformed classical macroeconomic formula for counting it with AFER as much as 0.20 percent while the formula had 4.00 percent.

Keywords: AFER, *fuzzy modelling*, Fuzzy Time Series, macroeconomic model

1. Pendahuluan

Salah satu kelemahan mendasar data deret waktu (*time series*) adalah tidak adanya jaminan tentang kestabilan data antarwaktu amatan, yang menyebabkan persyaratan galat ke- t (ε_t) dari model akan menyebar normal, identik, serta

saling bebas ($\varepsilon_t \sim \text{i.i.d Normal}(0, \sigma^2)$) tidak terpenuhi. Penyebabnya, *error term* data deret waktu tersusun dari tiga komponen yaitu *trend*,

cycles, dan *seasonal*. Hal ini berimplikasi pada kebutuhan untuk melakukan stasionerisasi data sebelum dilakukan analisis dan peramalan.

Salah satu kelompok data yang digolongkan sebagai data deret waktu adalah data mikro dan makroekonomi (Emmanuel, 1995). Umumnya, data perekonomian sebuah wilayah (data mikro maupun makroekonomi) didekati dan diramalkan menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang tergolong ke dalam kelas peramalan proses stokastik linear, serta dipopulerkan oleh Box & Jenkins (1970);

atau dengan menggunakan metode pemulus eksponensial. Beberapa kelemahan teramati pada hasil-hasil analisis dan peramalan dengan kedua metode di atas, salah satu yang terpenting adalah hasil peramalan *out-of-sample* jangka panjang. Chatfield (2000) menunjukkan bahwa pada peramalan jangka panjang yang dilakukan dengan ARIMA maupun metode pemulus cenderung ‘melihat masa depan’ mirip dengan ‘saat ini’ dan mengabaikan guncangan (*shocks*) yang umum terjadi pada sistem perekonomian. Asumsi ini sudah tentu kurang realistis sehingga diperlukan metode dan analisis alternatif yang bisa digunakan untuk mengatasi kekurangan ARIMA dan metode pemulus eksponensial.

Mengacu kepada ketaksempurnaan kedua metode untuk meramalkan data makroekonomi, penelitian ini dimotivasi oleh keingintahuan pada aplikasi dan kinerja dari model fuzzy yang diintroduksi Lotfi Zadeh di Berkeley University, dan dalam ranah ekonomi dikenal sebagai *fuzzy economics model* (Emmanuel, 1995) pada data

makroekonomi Bali. Secara khusus penelitian ini diarahkan untuk:

1. meramalkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB Provinsi Bali, salah satu dari indikator makroekonomi Bali, menggunakan metode *Single Order Fuzzy Time Series* (FTS) yang tergolong ke dalam kelas teknik pemodelan lanjut (*advanced modeling*);
2. meramalkan konsumsi dari rumah tangga masyarakat, lembaga swasta nirlaba, dan Pemerintah Provinsi Bali (KONSUMSI), investasi di Provinsi Bali (INVESTASI), dan ekspor neto (NETEX); ketiganya dikenali sebagai determinan PDRB, menggunakan metode *Single Order FTS*;
3. menghitung *Average Forecasting Error Rate* (AFER) pada peramalan *in-sample* dan *out-of-sample*; serta
4. mengujicobakan model fuzzy yang diperoleh pada indikator makroekonomi Provinsi Bali dalam bentuk proyeksi indikator.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis, Sumber Data, dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Bali. Adapun variabel penelitian adalah:

1. **PDRB** : Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Bali, yang dicatat atas dasar harga konstan (adhk) tahun 2000;
2. **KONSUMSI**: variabel konsumsi merupakan total nilai belanja rumah tangga, lembaga swasta nirlaba, dan belanja pemerintah; juga

dicatat atas dasar harga konstan (adhk) tahun 2000;

3. **INVESTASI** : variabel investasi merupakan belanja modal atau jasa oleh sektor swasta;
4. **NetEX**: variabel ekspor neto merupakan selisih jumlah ekspor dengan jumlah impor barang dan jasa.

2.2 Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini:

1. menghitung laju perubahan setiap variabel penelitian menggunakan persamaan 1:

$$\text{Laju}_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \times 100\% \quad (\text{Pers.1})$$

2. membangun model FTS orde satu untuk setiap variabel penelitian;
3. menghitung nilai AFER dari masing-masing model dengan persamaan (2):

$$\text{AFER} = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{\sum_{t=1}^n Y_t} \quad (\text{Pers.2})$$

4. meramalkan PDRB serta menghitung nilai AFER menggunakan formula makroekonomi pada persamaan 3:

$$\text{PDRB} = \text{Konsumsi}_{\text{Fungsi}} + \text{PMTDB}_{\text{Fuzzy}} + \text{NetEX}_{\text{Fuzzy}} \quad (\text{Pers.3})$$

Pada persamaan 2, pembentukan modal tetap domestik bruto (PMTDB) merupakan nilai investasi riil;

5. Membandingkan AFER pada peramalan PDRB yang diperoleh pada tahapan 2 dan 4.

3. Hasil-hasil Penelitian

Data empat variabel makroekonomi Provinsi Bali pada periode tahun 1993 – 2013 dipecah menjadi 2 kelompok, data periode tahun 1993 – 2010 sebagai kelompok yang dianalisis secara *in-sample* dan data periode tahun 2011 – 2013 sebagai kelompok yang dianalisis secara *out-of-sample*.

Pada periode tahun 1993 – 2010, rata-rata PDRB Provinsi Bali (atas dasar harga konstan tahun 2000) tumbuh sebesar 5,10 persen dengan nilai simpangan baku sebesar 3,13 persen. Pada periode tersebut, pertumbuhan PDRB Provinsi Bali sempat terkoreksi menjadi negatif 4,04 persen pada saat krisis ekonomi dan moneter melanda Indonesia dan beberapa negara Asia pada tahun 1998.

Konsumsi hakekatnya merupakan belanja barang dan jasa yang dilakukan masyarakat, lembaga swasta nirlaba, dan pemerintah. Tidak seperti investasi yang dilakukan lembaga swasta dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang ditujukan sebagai kegiatan produktif untuk meningkatkan nilai tambah barang atau jasa yang dihasilkan, konsumsi lebih mengarah kepada

pembelian untuk pemenuhan kebutuhan atau pembangunan infrastruktur.

Pada tahun 1993 – 2010 pola perkembangan konsumsi Provinsi Bali lebih fluktuatif bila dibandingkan dengan perkembangan PDRB. Hal ini tidak terlepas dari fakta bahwa konsumsi merupakan indikator yang rentan pada berbagai variabel makroekonomi lain, khususnya terhadap kelompok variabel moneter seperti nilai tukar mata uang, suku bunga deposito dan tabungan, serta harga-harga komoditas. Pada periode ini, konsumsi Provinsi Bali meningkat rata-rata 5,36 persen dengan simpangan baku 5,43 persen.

Definisi resmi dari BPS Indonesia tentang investasi yang dilakukan pihak swasta dan BUMN di Indonesia adalah **Pembentukan Modal Tetap Domestik Bruto (PMTDB)**. Bila variabel konsumsi mencatat nilai pembelian barang dan jasa non-produktif, maka PMTDB mencatat nilai pembelian barang dan jasa yang produktif. Pada periode tahun 1993 – 2010, PMTDB Provinsi Bali rata-rata tumbuh 5,72 persen per tahun dengan nilai simpangan baku sebesar 17,61 persen.

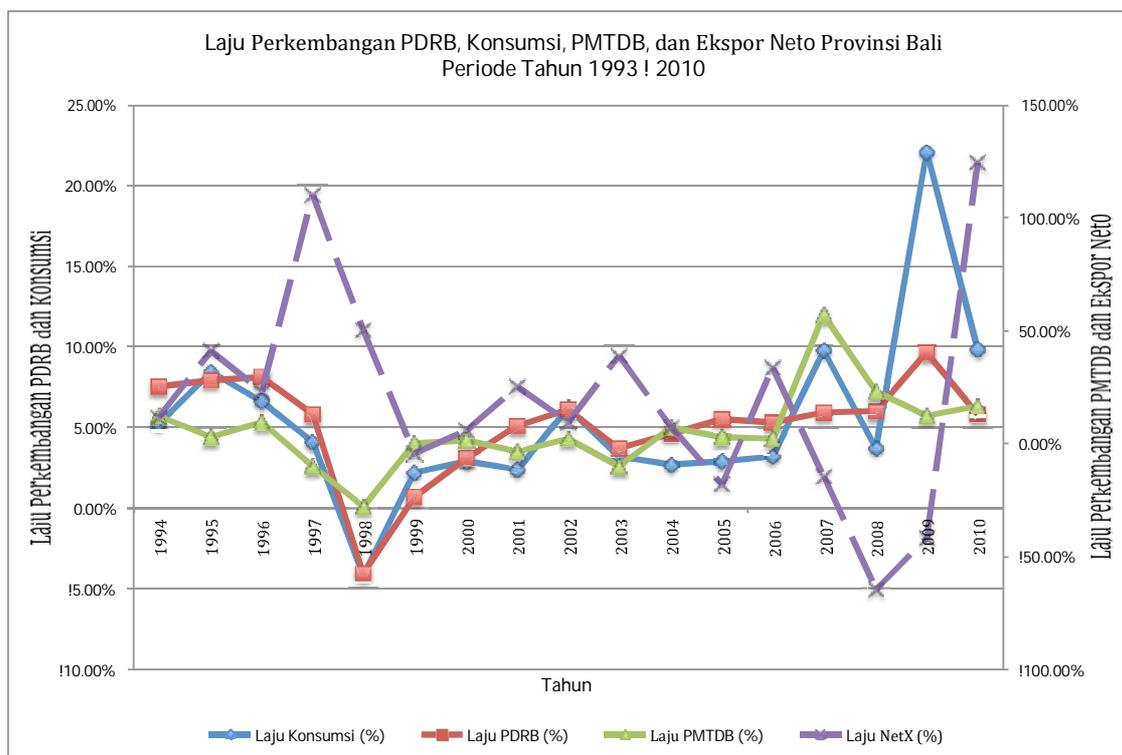
Ekspor neto Provinsi Bali didefinisikan sebagai selisih dari nilai ekspor ke luar daerah Bali atau luar negeri dengan nilai impor dari luar daerah Bali atau luar negeri yang dilakukan

pihak swasta dan BUMN. Seperti halnya dengan indikator PMTDB, nilai ekspor dan impor juga sangat rentan dipengaruhi oleh berbagai kondisi makroekonomi dalam dan luar negeri serta ekspektasi para pelaku usaha.

Pada periode tahun 1993 – 2010, dengan menggunakan harga dasar tahun 2000, rata-rata pertumbuhan per tahun dari ekspor neto Provinsi Bali adalah 19,84 persen dengan simpangan baku sebesar 47,22 persen. Bila nilai simpangan baku dari ekspor neto dibandingkan dengan tiga indikator lainnya, maka jelas terlihat indikator ini memiliki variasi data tertinggi, disusul oleh PMTDB, konsumsi dan PDRB.

Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia menggolongkan dan mencatat konsumsi sebagai salah satu komponen penyusun PDRB dan Produk Domestik Bruto (PDB) ke dalam tiga kelompok, yaitu: (a) konsumsi yang dilakukan masyarakat, (b) konsumsi oleh lembaga swasta nirlaba, dan (c) belanja barang dan jasa oleh pemerintah. Selanjutnya nilai ketiga kelompok ini dijumlahkan untuk mendapatkan pengeluaran konsumsi total.

Laju perkembangan dari PDRB, Konsumsi, PMTDB, dan Ekspor Neto Provinsi Bali pada periode tahun 1993 – 2010 diperlihatkan pada gambar 1:



Gambar 1. Laju Perkembangan Indikator Makroekonomi Provinsi Bali, Periode Tahun 1993 – 2010

Pada Gambar 1 terlihat ada kecenderungan pergerakan laju pertumbuhan PDRB Provinsi Bali sejalan dengan pergerakan laju pertumbuhan konsumsi, dan pergerakan laju pertumbuhan

PMTDB dan ekspor neto memiliki kecenderungan yang lebih 'liar' dibandingkan dua indikator lain. Fakta-fakta ini setidaknya-tidaknya mengindikasikan dua hal berikut:

1. PDRB Provinsi Bali, dari sisi permintaan, dominan dibentuk oleh konsumsi rumah tangga, konsumsi lembaga swasta nirlaba, dan konsumsi pemerintah. Hal ini sejalan dengan pendapat pakar makroekonomi bahwa pertumbuhan ekonomi sebuah wilayah akan ditentukan dominan oleh faktor konsumsi masyarakatnya. Semakin makmur sebuah daerah, maka konsumsi akan semakin besar; demikian pula sebaliknya (Mankiew, 2004);
2. Fluktuatifnya nilai PMTDB dan nilai ekspor neto memperlihatkan bahwa perekonomian Bali, seperti halnya dengan perekonomian Indonesia dan negara-negara berkembang lainnya, sangat dipengaruhi oleh berbagai fundamental ekonomi dalam dan luar negeri. Bila kondisi perekonomian dipersepsikan positif oleh para pelaku usaha, maka PMTDB dan ekspor neto akan meningkat; sebaliknya akan terjadi penurunan khususnya pada belanja barang dan jasa produktif dari pihak swasta.

4. Model Fuzzy Makroekonomi

Fuzzifikasi merupakan tahapan awal dalam membangun suatu model fuzzy. Fuzzifikasi pada hakekatnya merupakan proses perubahan nilai-nilai amatan yang berasal dari semesta himpunan tegas (*crisp set*) menjadi nilai-nilai fuzzy yang terdefiniskan pada himpunan fuzzy yang dibentuk. Terdapat berbagai teknik yang dapat diterapkan dalam melakukan fuzzifikasi data. Pada penelitian ini, fuzzifikasi dilakukan melalui langkah berikut (Song & Chissom, 1993; Stevenson & Porter, 2009):

1. menghitung laju perubahan masing-masing indikator makroekonomi pada dua tahun yang berturut-turut menggunakan persamaan (1);
2. mendefinisikan himpunan semesta U yang beranggotakan seluruh Laju atau \dot{Y}_i yang

3. mempartisi U menjadi n buah sub-interval, dengan n ditentukan menggunakan formula Sturges (Sturges, 1926) sebagai berikut:

$$n = 1 + 3,222 \log_{10} N \quad (\text{Pers.4})$$

4. menentukan distribusi frekuensi dari n sub-interval yang terbentuk. Sub-interval yang kepadatannya nol, digabungkan dengan sub-interval sebelumnya yang memiliki anggota. Tiga sub-interval yang kepadatannya tertinggi selanjutnya dipartisi masing-masing menjadi 4, 3, dan 2 sub-interval dengan lebar interval sama. Pemartisian interval ditujukan agar distribusi mendekati sebaran normal; setelah interval akhir terbentuk, maka akan tersusun himpunan semesta fuzzy $F = \{F_1, \dots, F_n\}$ dan masing-masing interval memiliki nilai fuzzy f_1, \dots, f_n yang besarnya sama dengan nilai tengah dari masing-masing F_i yang bersesuaian, dan
6. melakukan fuzzifikasi $(Y_i \in U) \rightarrow (F_i \in F)$ untuk setiap indikator makroekonomi pada model.

Proses fuzzifikasi yang dilakukan dengan merujuk enam tahapan di atas dilakukan untuk data pada tahun 1993–2010 (17 amatan). Tiga data lainnya (tahun 2011–2013) digunakan hanya untuk mengetahui tingkat keakurasian ramalan *out-of-sample* yang menunjukkan kelaikan dari model fuzzy yang dibangun.

Menggunakan formula Sturges, data dari masing-masing indikator ($n = 17$ amatan) akan terbagi ke dalam lima interval. Pemeriksaan dari distribusi frekuensi untuk kelima interval utama setiap indikator menunjukkan jumlah sebesar 11, 10, 11, dan 12 sub-interval; masing-masing untuk laju PDRB, Konsumsi, PMTDB, dan laju Ekspor Neto. Tabel 1 memperlihatkan interval akhir yang terbentuk merujuk kepada jumlah sub-interval dari masing-masing indikator dan

interval akhir yang terbentuk merupakan sub-himpunan fuzzy untuk masing-masing indikator:

Tabel 1
Interval-interval Fuzzy Laju Perkembangan dari Indikator Makroekonomi Provinsi Bali
Periode 1993 – 2010

Laju PDRB(%)				Laju Konsumsi(%)				LajuPMTDB(%)				LajuNetEX(%)			
Fuzzy	Min.	Max.	Mid.	Fuzzy	Min.	Max.	Mid.	Fuzzy	Min.	Max.	Mid.	Fuzzy	Min.	Max.	Mid.
A1	-4.00	-1.20	-2.60	B1	-4.10	1.54	-1.28	C1	-27.90	-17.52	-22.71	D1	-64.60	-47.14	-55.87
A2	-1.20	1.60	0.20	B2	1.54	2.25	1.89	C2	-17.52	-7.14	-12.33	D2	-47.14	-29.68	-38.41
A3	1.60	3.00	2.30	B3	2.25	2.95	2.60	C3	-7.14	-4.55	-5.84	D3	-29.68	-18.04	-23.86
A4	3.00	4.40	3.70	B4	2.95	3.66	3.30	C4	-4.55	-1.95	-3.25	D4	-18.04	-6.40	-12.22
A5	4.40	5.10	4.75	B5	3.66	4.36	4.01	C5	-1.95	0.64	-0.65	D5	-6.40	5.24	-0.58
A6	5.10	5.80	5.45	B6	4.36	5.30	4.83	C6	0.64	3.24	1.94	D6	5.24	13.97	9.60
A7	5.80	6.50	6.15	B7	5.30	6.24	5.77	C7	3.24	6.70	4.97	D7	13.97	22.70	18.34
A8	6.50	7.20	6.85	B8	6.24	7.18	6.71	C8	6.70	10.16	8.43	D8	22.70	31.43	27.07
A9	7.20	8.13	7.67	B9	7.18	8.59	7.89	C9	10.16	13.62	11.89	D9	31.43	40.16	35.80
A10	8.13	9.07	8.60	B10	8.59	10.00	9.30	C10	13.62	18.81	16.22	D10	40.16	57.62	48.89
A11	9.07	10.00	9.53					C11	18.81	24.00	21.41	D11	57.62	75.08	66.35
												D12	75.08	110.00	92.54

Sumber: Bali Dalam Angka (Data Diolah)

Proses peramalan fuzzy memerlukan fungsi keanggotaan fuzzy, yang pada penelitian ini dipilih fungsi segitiga (*fuzzy triangular number/FTN*). FTN dipilih mengingat kesederhanaan penghitungannya serta diketahui menghasilkan model fuzzy dengan tingkat keakuratan tinggi. FTN dinyatakan dalam persamaan (5).

$$r_j = F_j = \begin{cases} \dots, j = 1 \\ \dots, 2 \leq j \leq f - 1 \\ \dots, j = f \end{cases} \quad \text{(Pers.5)}$$

Menggunakan \hat{r}_j yang diperoleh melalui persamaan (5) maka proses defuzzifikasi – proses mengembalikan nilai dugaan laju perkembangan ke nilai dugaan – bisa dilakukan. Tabel 2 dan Tabel 2

Tabel 3 menunjukkan prediksi fuzzy dan nilai defuzzifikasi untuk variabel PDRB, Konsumsi, PMTDB, dan NetEX:

Fuzzifikasi dan Peramalan Indikator PDRB dan Konsumsi Provinsi Bali, Periode 1993 – 2010

Tahun	PDRB (JutaRp.)	Laju (%)	Fuzzy Set	NilaiFuzzifikasi		Error (%)	Tahun	Konsumsi (JutaRp.)	Laju (%)	Fuzzy Set	NilaiFuzzifikasi		Error (%)
				Laju (%)	PDRB(Juta Rp.)						Laju (%)	Konsumsi (JutaRp.)	
1993	12489031						1993	8470944					
1994	13426957	7.51	A9	7.65	13443970	0.13	1994	8913214	7.51	B9	7.84	9134991	2.49
1995	14491868	7.93	A9	7.65	14453612	0.26	1995	9668273	7.93	B9	7.84	9611930	0.58
1996	15675759	8.17	A10	8.55	15730786	0.35	1996	10308291	8.17	B9	7.84	10426180	1.14
1997	16586133	5.81	A7	6.11	16633532	0.29	1997	10727362	5.81	B7	5.69	10895080	1.56
1998	15915392	-4.04	A1	0.71	16703744	4.95	1998	10276886	-4.04	B1	-2.90	10416153	1.36
1999	16021743	0.67	A2	0.40	15978736	0.27	1999	10500627	0.67	B1	-2.90	9978745	4.97
2000	16509986	3.05	A4	3.37	16562174	0.32	2000	10801185	3.05	B4	3.23	10839324	0.35
2001	17352400	5.10	A6	5.40	17402296	0.29	2001	11063824	5.10	B6	4.78	11317420	2.29
2002	18407557	6.08	A7	6.11	18412614	0.03	2002	11748727	6.08	B7	5.69	11693621	0.47
2003	19080896	3.66	A4	3.37	19028464	0.27	2003	12121212	3.66	B5	3.96	12214529	0.77
2004	19963244	4.62	A5	4.57	19953356	0.05	2004	12450720	4.62	B6	4.78	12700536	2.01
2005	21072445	5.56	A6	5.40	21042192	0.14	2005	12810648	5.56	B7	5.69	13159465	2.72
2006	22184679	5.28	A6	5.40	22211341	0.12	2006	13224069	5.28	B6	4.78	13422923	1.50
2007	23497047	5.92	A7	6.11	23540142	0.18	2007	14510970	5.92	B7	5.69	13976836	3.68
2008	24900572	5.97	A7	6.11	24932694	0.13	2008	15044401	5.97	B7	5.69	15336992	1.94
2009	27290946	9.60	A11	9.20	27191549	0.36	2009	18355362	9.60	B10	8.77	16364115	10.85
2010	28882494	5.83	A7	6.11	28958396	0.26	2010	20164592	5.83	B7	5.69	19400223	3.79
NilaiAEERin.SampelPeramalanPDRB						0.49	NilaiAEERin.SampelPeramalanKonsumsi						2.50

Tabel 3 Fuzzifikasi dan Peramalan Indikator PMTDB dan Ekspor Neto Provinsi Bali, Periode 1993 – 2010

Tahun	PMTDB	Laju	Fuzzy	NilaiFuzzifikasi		Error	Tahun	NetEX	Laju	Fuzzy	NilaiFuzzifikasi		Error
				Laju	PMTDB						Laju	NetEX	
1993	3571574						1993	446512					
1994	4015017	12.44	C9	11.48	3981507	0.86	1994	497826	7.51	D6	2.74	434291	12.76
1995	4110011	2.50	C6	13.26	3483582	15.45	1995	702684	7.03	D6	2.74	484200	31.10
1996	4502294	0.31	C8	7.65	4435275	1.51	1996	864173	8.17	D6	2.74	684423	20.80
1997	4044615	10.19	C7	10.60	4025006	0.46	1997	1814156	5.81	D6	2.74	840520	53.67
1998	2914762	-27.03	C1	-17.73	3327357	14.16	1998	2723744	-4.04	D5	-1.17	1702975	34.17
1999	2922324	0.26	C5	1.40	2873972	1.65	1999	2598782	0.67	D5	-1.17	2691943	3.58
2000	2962079	1.36	C6	13.26	2534961	14.42	2000	2746721	3.05	D5	-1.17	2568441	6.49
2001	2852965	3.68	C4	1.72	2911000	2.03	2001	3435611	5.10	D5	-1.17	2714652	20.98
2002	2012526	2.00	C6	13.26	2474787	15.02	2002	2746304	6.08	D6	2.74	3341573	10.80
2003	2610022	10.08	C7	10.60	2603831	0.58	2003	5207664	3.66	D5	-1.17	3702564	29.00
2004	2803343	7.04	C8	7.65	2819499	0.58	2004	5597355	4.62	D5	-1.17	5146863	8.05
2005	2870250	2.71	C6	13.26	2431743	15.55	2005	4502305	5.56	D6	2.74	5444147	18.55
2006	2943150	2.22	C6	13.26	2497682	15.14	2006	6161147	5.28	D6	2.74	4466607	27.50
2007	4618307	17.61	C10	15.74	3406337	26.24	2007	5279522	5.02	D6	2.74	5092507	13.50
2008	5683823	23.07	C11	19.34	5511554	3.03	2008	1864037	5.07	D6	2.74	5135013	175.35
2009	6387162	12.37	C9	11.48	6336202	0.80	2009	1088862	9.60	D6	2.74	1813801	66.50
2010	7456299	16.74	C10	15.74	7302361	0.86	2010	2442360	5.83	D6	2.74	1050058	56.64
NilaiAEERin.SampelPeramalanPMTDB						7.55	NilaiAEERin.SampelPeramalanEksporNeto						34.68

Sumber: Data Diolah, 2015

Merujuk kepada proses defuzzifikasi dan penghitungan nilai AFER *in-sample* model fuzzy untuk keempat indikator, maka terlihat indikator-indikator PDRB dan Konsumsi Provinsi Bali diprediksi dengan tingkat keakurasian yang tinggi, masing-masing dengan AFER sebesar 0,49 persen dan 2,50 persen; sedangkan indikator PMTDB diprediksi *in-sample* model fuzzy cukup baik dengan AFER 7,55 persen dan indikator NetEX tidak dapat diprediksi dengan tingkat keakurasian yang bisa diandalkan.

Memperhatikan kemungkinan perubahan nilai AFER bila prediksi dilakukan secara *out-of-sample* (model yang diperoleh digunakan untuk memprediksi data yang tidak disertakan dalam membangun model), maka keempat model yang diperoleh digunakan melakukan prediksi *out-of-sample* untuk melihat **kestabilan model fuzzy**. Bila AFER *out-of-sample* tidak berbeda nyata dengan AFER *in-sample*; model dianggap lebih stabil dan bisa diandalkan dalam melakukan prediksi yang bersifat ekstrapolasi (Emmanuel, 1995).

Pada peramalan *out-of-sample* untuk data tahun 2011 – 2013, diperoleh nilai-nilai AFER untuk PDRB, Konsumsi, PMTDB, dan NetEX masing-masing sebesar 0,20 persen; 2,15 persen; 1,08 persen; dan 70,60 persen. Mengacu kepada nilai-nilai ini bisa disimpulkan dari 4 indikator makroekonomi yang diprediksi menggunakan model fuzzy, tiga model memberikan tingkat keakurasian yang bisa diandalkan. Hanya indikator NetEX yang tidak mampu diprediksi dengan baik oleh model FTS yang dibangun memperhatikan indikator ini merupakan indikator dengan fluktuasi data terbesar pada periode tahun 1993 – 2010.

Kinerja model fuzzy yang dirancang lebih lanjut dikomparasikan dengan formula PDRB. Hasil penghitungan menunjukkan bahwa model fuzzy untuk memprediksi PDRB Provinsi Bali pada periode tahun 2011 – 2013 menghasilkan AFER *out-of-sample* sebesar 0,20 persen dan formula menghasilkan AFER sebesar 4,00 persen.

5. Simpulan dan Rekomendasi

5.1 Simpulan Penelitian

Penerapan model fuzzy ekonomi dalam memprediksi indikator-indikator makroekonomi Provinsi Bali pada periode tahun 1993 – 2013 memberikan dua simpulan berikut, yaitu:

1. kecuali dalam memprediksi indikator ekspor neto, model FTS memberikan nilai-nilai prediksi dengan ketelitian yang tinggi. Tingkat keakurasian model FTS dalam memprediksi indikator PDRB, Konsumsi, dan

PMTDB Provinsi Bali pada periode tahun 1993 – 2013 tinggi, ditunjukkan oleh nilai AFER *out-of-sample* masing-masing model sebesar 0,20 persen; 2,15 persen; dan 1,08 persen. Fakta ini menunjukkan model FTS sangat layak dipertimbangkan para pengambil kebijakan pembangunan dalam menentukan arah pertumbuhan makroekonomi dari Provinsi Bali;

2. prediksi nilai PDRB yang dilakukan melalui model FTS dengan memanfaatkan hanya nilai-nilai historis memberikan tingkat akurasi yang lebih baik bila dibandingkan dengan prediksi menggunakan formula makroekonomi. Model FTS memberikan nilai AFER *out-of-sample* sebesar 0,20 persen dan formula makroekonomi memprediksi dengan AFER *out-of-sample* sebesar 4,00 persen.

5.2 Rekomendasi

Meskipun hasil prediksi yang diperoleh memiliki tingkat keakurasian yang tinggi, masih ada ruang penyempurnaan bagi riset ini yang dapat dilakukan pada waktu berikutnya, yaitu:

1. menghitung laju perkembangan dari setiap indikator dengan menggunakan logaritma perbandingan dua amatan yang berturutan; dan
2. mencoba mengembangkan fungsi keanggotaan yang tidak tergolong fungsi keanggotaan linear seperti halnya FTN. Salah satu fungsi keanggotaan non-linear yang layak untuk dipertimbangkan adalah fungsi keanggotaan sigmoid.

Daftar Pustaka

- Box, G.E.P. & Jenkins, M., 1970. Time-Series Analysis, Forecasting and Control. San Fransisco: Holden-Day.
- Chatfield, C., 2000. Time-Series Forecasting. Florida: Chapman & Hall.
- Emmanuel, H., 1995. The Use of Fuzzy Set Theory in Economics: Application in Micro-Economics and Finance. PhD Thesis. Montreal: McGill University.
- Mankiew, N.G., 2004. Principles of Macroeconomics. 3rd ed. South Western, USA: Thomson.
- Song, Q. & Chissom, B.S., 1993. Fuzzy Time Series and Its Models. Fuzzy Sets and Systems, 54(3), pp.269-77.
- Stevenson, M. & Porter, J., 2009. Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse. World Academy of Science, Engineering and Technology, 55, pp.154-57.
- Sturges, H.A., 1926. The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association, 21, pp.65-66.