

# PERAMALAN PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) PROVINSI BALI DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES

I GUSTI NGURAH ARYA WANAYASA<sup>1</sup>, I PUTU EKA NILA KENCANA<sup>2</sup>,  
D.P.E. NILAKUSMAWATI<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika, Fakultas MIPA Universitas Udayana,  
e-mail: <sup>1</sup>ngoerah\_arya7x@yahoo.com, <sup>2</sup>i.putu.enk@gmail.com,  
<sup>3</sup>nilakusmawati\_desak@yahoo.com

## *Abstract*

*The purpose of this research is forecasting the growth of the GDRP in Bali Province on 2011. The fuzzy time series method and Holt-Winter's exponential smoothing method used to forecast the GDRP in Bali Province on 2011 by using the data of Bali Province's GDRP constant prices of year 2000 from first quarter of 1991 until fourth quarter of 2010. Then, the forecasting result of both methods compared by see the AFER and MSE value on each method. The comparison result shows the forecasting method by using Holt-Winter's exponential smoothing is 7.13% while using the fuzzy time series method is 0.64%, these shows the forecasting using fuzzy time series method have a higher accuracy rate compared to Holt-Winter's exponential smoothing method with the difference of forecasting error rate is 6.49%.*

*Keywords: GDRP forecasting, fuzzy time series, Holt-Winter's exponential smoothing*

## **1. Pendahuluan**

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) didefinisikan sebagai jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu wilayah atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi (BPS Provinsi Bali, 2011). Penghitungan PDRB menggunakan dua macam harga yaitu harga berlaku dan harga konstan. PDRB atas harga berlaku dihitung menggunakan harga yang berlaku pada tahun bersangkutan, sementara PDRB atas dasar harga konstan dihitung dengan menggunakan harga pada tahun tertentu sebagai tahun dasar dan saat ini menggunakan tahun 2000. PDRB merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi suatu daerah dalam suatu periode tertentu baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. Berdasarkan indikator ini kita akan memperoleh gambaran tingkat pertumbuhan ekonomi maupun tingkat kemakmuran masyarakat di suatu wilayah.

BPS Provinsi Bali (2011) mencatat selama Triwulan III-2011, pertumbuhan ekonomi Bali yang diukur berdasarkan kenaikan PDRB mencapai 2,46% jika

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana

<sup>2,3</sup> Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana

dibandingkan Triwulan II-2011 yang mencapai 2,17% (*quarter to quarter/q-to-q*). Pertumbuhan pada Triwulan III-2011 ini hamper sepenuhnya didorong oleh sektor-sektor ekonomi, dengan pertumbuhan tertinggi terjadi pada sector pengangkutan dan komunikasi sebesar 5,23%. Pertumbuhan pada sector ini bahkan lebih tinggi dari triwulan sebelumnya 3,35%. Sebaliknya, pertumbuhan terendah terjadi pada sector pertanian yang mengalami kontraksi (pertumbuhannegatif) sebesar minus 0,89% setelah sempat tumbuh positif 1,55% di Triwulan II-2011.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode analisis data yang akan digunakan adalah metode *fuzzy time series* dengan memodifikasi metode *fuzzy time series* dan metode pemulusan eksponensial *Holt-Winter*. Setelah mendapatkan hasil peramalan dari kedua metode tersebut, dilakukan komparasi sehingga dapat diketahui metode mana yang memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi.

### Metode Fuzzy Time Series

Langkah-langkah peramalannya sebagai berikut :

1. Dari 80 data akan dibuat model prediksi dengan menggunakan metode *fuzzy time series* yang diajukan oleh Meredith Stevenson dan John E. Porter dengan langkah sebagai berikut:

- a. Dengan menggunakan rumus  $\frac{t_j - t_{j-1}}{t_{j-1}} \times 100\%$ , dilakukan perubahan data yang berbentuk angka ke dalam bentuk perubahan persentase.  
dengan :

$$t_j = \text{data PDRB pada triwulan yang diamati}$$

$$t_{j-1} = \text{data PDRB pada triwulan sebelumnya}$$

- b. Mendefinisikan himpunan semesta  $U = [D_{\min}, D_{\max}]$  dan membaginya menjadi interval-interval dengan panjang yang sama dengan menggunakan rumus sturges.  
Rumus Sturges :

$$n_{\text{interval}} = 1 + 3,322 \times \log(n_{\text{data}})$$

- c. Menemukan sebaran perubahan persentase pertumbuhan PDRB dari tahun ke tahun berikutnya dengan mensortir data ke dalam interval yang sudah ditentukan.
- d. Mendefinisikan masing-masing himpunan *fuzzy*  $A_i$  berdasarkan interval yang sudah dibagi-bagi dan memfuzzykan data historis pertumbuhan PDRB.
- e. Defuzzifikasi data fuzzy dengan menggunakan formula peramalan *fuzzy time series* hasil modifikasi Meredith Stevenson dan John E. Porter.
- f. Mengubah persentase hasil peramalan kedalam bentuk angka kembali dan menentukan nilai *Average Forcasting Error Rate* (AFER) dan *Mean Square Error* (MSE) untuk melihat tingkat keakuratan metode peramalan.
2. Dilakukan peramalan data triwulanan PDRB Tahun 2011 dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
  - a. Menentukan *Left-hand Side* (LHS) dan *Right-hand Side* (RHS) dari *fuzzy set* yang sudah ditentukan sebelumnya dan membuat daftar *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG).

- b. Menghitung frekuensi kemunculan masing-masing *Fuzzy Logic Relationship* (FLR).  
Peramalan untuk Triwulan I sampai dengan Triwulan IV Tahun 2011 akan dilakukan dengan cara hanya menggunakan data 12 triwulan terakhir.

### **Metode Pemulusan Eksponensial *Holt-Winter***

Langkah-langkah peramalan dengan metode pemulusan eksponensial *Holt-Winter* yaitu :

1. Membuat plot data deret waktu yang bertujuan untuk mengetahui pola data.
2. Mencari nilai konstanta pemulusan alpha ( $\alpha$ ), gamma ( $\gamma$ ) dan delta ( $\delta$ ) dengan bantuan Program R.
3. Pemilihan model terbaik.  
Pemilihan model terbaik yang cocok digunakan dalam meramalkan data PDRB Provinsi Bali, dapat dilihat dengan membandingkan nilai MAD, MSD, dan MAPE antara model aditif dan model multiplikatif dari *Holt-Winter*.
4. Dilakukan perbandingan antara data hasil peramalan dengan data aktual untuk mendapatkan nilai AFER dan MSE sehingga dapat dilakukan komparasi antara metode *fuzzy time series* dan metode pemulusan eksponensial *Holt-Winter*.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### **A. Metode *Fuzzy Time Series***

#### **Tahap Pembentukan Model**

1. Persentase Perubahan Data

Dengan menggunakan rumus perubahan persentase dilakukan perubahan data yang berbentuk angka ke dalam bentuk perubahan persentase (Tabel 1).

2. Himpunan Semesta

Dalam menentukan banyaknya selang yang akan digunakan penulis menggunakan rumus Sturges didapat banyaknya selang berjumlah 7 selang interval. Dari seluruh data yang ada dapat dinyatakan himpunan Semesta  $U = [-4,03 ; 34,59]$ , dengan lebar masing-masing interval setelah dibagi 7 interval didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} u_1 &= [-4,03\% ; 1,49\%) & u_2 &= [ 1,49\% ; 7,00\%) & u_3 &= [ 7,00\% ; 12,52\%) & u_4 \\ & & & & & & &= [12,52\% ; 18,04\%) \\ u_5 &= [18,04\% ; 23,55\%) & u_6 &= [23,55\% ; 29,07\%) & u_7 &= [29,07\% ; 34,59\%] \end{aligned}$$

Tabel 1. PersentasePerubahan PDRB Provinsi Bali Triwulan I 1991 – Triwulan IV 2010

Periode	Indeks	PDRB	%Change	Periode	Indeks	PDRB	%Change
Triwulan I 1991	1	848,722	NA	Triwulan I 2001	41	4,332,393	-2.62%
Triwulan II 1991	2	862,649	1.64%	Triwulan II 2001	42	4,403,485	1.64%
Triwulan III 1991	3	888,923	3.05%	Triwulan III 2001	43	4,537,603	3.05%
Triwulan IV 1991	4	902,399	1.52%	Triwulan IV 2001	44	4,606,394	1.52%
Triwulan I 1992	5	963,504	6.77%	Triwulan I 2002	45	4,464,203	-3.09%
Triwulan II 1992	6	979,315	1.64%	Triwulan II 2002	46	4,537,459	1.64%
Triwulan III 1992	7	1,009,142	3.05%	Triwulan III 2002	47	4,675,658	3.05%
Triwulan IV 1992	8	1,024,441	1.52%	Triwulan IV 2002	48	4,746,541	1.52%
Triwulan I 1993	9	1,378,770	34.59%	Triwulan I 2003	49	4,623,407	-2.59%
Triwulan II 1993	10	1,401,395	1.64%	Triwulan II 2003	50	4,699,274	1.64%
Triwulan III 1993	11	1,444,078	3.05%	Triwulan III 2003	51	4,842,402	3.05%
Triwulan IV 1993	12	1,465,970	1.52%	Triwulan IV 2003	52	4,915,813	1.52%
Triwulan I 1994	13	1,572,696	7.28%	Triwulan I 2004	53	4,837,204	-1.60%
Triwulan II 1994	14	1,598,504	1.64%	Triwulan II 2004	54	4,916,580	1.64%
Triwulan III 1994	15	1,647,190	3.05%	Triwulan III 2004	55	5,066,326	3.05%
Triwulan IV 1994	16	1,672,161	1.52%	Triwulan IV 2004	56	5,143,133	1.52%
Triwulan I 1995	17	1,795,382	7.37%	Triwulan I 2005	57	5,301,871	3.09%
Triwulan II 1995	18	1,824,843	1.64%	Triwulan II 2005	58	5,289,872	-0.23%
Triwulan III 1995	19	1,880,423	3.05%	Triwulan III 2005	59	5,325,780	0.68%
Triwulan IV 1995	20	1,908,931	1.52%	Triwulan IV 2005	60	5,134,990	-3.58%
Triwulan I 1996	21	2,089,027	9.43%	Triwulan I 2006	61	4,928,053	-4.03%
Triwulan II 1996	22	2,123,307	1.64%	Triwulan II 2006	62	5,249,667	6.53%
Triwulan III 1996	23	2,187,977	3.05%	Triwulan III 2006	63	5,791,603	10.32%
Triwulan IV 1996	24	2,221,147	1.52%	Triwulan IV 2006	64	6,189,001	6.86%
Triwulan I 1997	25	2,398,197	7.97%	Triwulan I 2007	65	5,960,000	-3.70%
Triwulan II 1997	26	2,437,550	1.64%	Triwulan II 2007	66	5,850,000	-1.85%
Triwulan III 1997	27	2,511,791	3.05%	Triwulan III 2007	67	5,850,000	0.00%
Triwulan IV 1997	28	2,549,870	1.52%	Triwulan IV 2007	68	5,820,000	-0.51%
Triwulan I 1998	29	3,277,421	28.53%	Triwulan I 2008	69	5,980,000	2.75%
Triwulan II 1998	30	3,331,202	1.64%	Triwulan II 2008	70	6,140,000	2.68%
Triwulan III 1998	31	3,432,661	3.05%	Triwulan III 2008	71	6,350,000	3.42%
Triwulan IV 1998	32	3,484,701	1.52%	Triwulan IV 2008	72	6,430,000	1.26%
Triwulan I 1999	33	3,520,936	1.04%	Triwulan I 2009	73	6,440,000	0.16%
Triwulan II 1999	34	3,578,713	1.64%	Triwulan II 2009	74	6,510,000	1.09%
Triwulan III 1999	35	3,687,711	3.05%	Triwulan III 2009	75	6,630,000	1.84%
Triwulan IV 1999	36	3,743,617	1.52%	Triwulan IV 2009	76	6,660,000	0.45%
Triwulan I 2000	37	4,184,187	11.77%	Triwulan I 2010	77	6,740,000	1.20%
Triwulan II 2000	38	4,252,848	1.64%	Triwulan II 2010	78	6,860,000	1.78%
Triwulan III 2000	39	4,382,378	3.05%	Triwulan III 2010	79	7,070,000	3.06%
Triwulan IV 2000	40	4,448,816	1.52%	Triwulan IV 2010	80	7,390,000	4.53%

### 3. Frekuensi Kepadatan Data

Tabel 2. Frekuensi Kepadatan Data Berdasarkan Distribusi Perubahan Persentase

Selangke	Interval	Jumlah Data	Jumlah Sub Interval	Lebar interval
1	[-4,03% ; 1,49%)	18	3	1.84%
2	[ 1,49% ; 7,00%)	53	4	1.38%
3	[ 7,00% ; 12,52%)	6	2	2.76%
4	[12,52% ; 18,04%)	-	-	-
5	[18,04% ; 23,55%)	-	-	-
6	[23,55% ; 29,07%)	1	1	5.52%
7	[29,07% ; 34,59%]	1	1	5.52%

### 4. Fuzzifikasi

Tabel 3. Interval *Fuzzy* Menggunakan Kepadatan Frekuensi Berdasarkan Pembagian

Variabel	Interval	Nilai Tengah	Lebar Interval	Linguistik
A01	[ -4,03% ; -2,19% )	-3.11%	1.84%	a 01
A02	[ -2,19% ; -0,35% )	-1.27%	1.84%	a 02
A03	[ -0,35% ; 1,49% )	0.57%	1.84%	a 03
A04	[ 1,49% ; 2,87% )	2.18%	1.38%	a 04
A05	[ 2,87% ; 4,25% )	3.56%	1.38%	a 05
A06	[ 4,25% ; 5,62% )	4.93%	1.38%	a 06
A07	[ 5,62% ; 7,00% )	6.31%	1.38%	a 07
A08	[ 7,00% ; 9,76% )	8.38%	2.76%	a 08
A09	[ 9,76% ; 12,52% )	11.14%	2.76%	a 09
A10	[12,52% ; 29,07%)	20.80%	16.55%	a 10
A11	[29,07% ; 34,59%]	31.83%	5.52%	a 11

### 5. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi data fuzzy dengan menggunakan formula peramalan *fuzzy time series* hasil modifikasi Meredith Stevenson dan John E. Porter diperoleh nilai AFER 1,24% dan MSE 37.004.009.785, ini menunjukkan bahwa dari rentang nilai AFER 0% - 100% diperoleh nilai AFER sebesar 1,24%.

#### Tahap Peramalan

##### 1. Hasil Peramalan

Tabel 4. Hasil Peramalan PDRB Provinsi Bali dari Triwulan I – Triwulan IV Tahun 2011

Time Index	Actual	% Forecast	Forecast	Error	% Error	MSE
Trw I 2011	7,450,000	1.71%	7,516,061	66,061	0.89%	4,363,995,120
Trw II 2011	7,610,000	1.86%	7,656,082	46,082	0.61%	2,123,587,449
Trw III 2011	7,790,000	1.97%	7,806,665	16,665	0.21%	277,706,450
Trw IV 2011	7,900,000	2.07%	7,968,297	68,297	0.86%	4,664,512,345

AFER **0.64%**  
MSE **2,857,450,341**

Dari tabel 4 diperoleh nilai AFER (*Average Forecasting Error Rate*) sebesar 0,64% dan MSE 2.857.450.341, dengan melihat nilai AFER menunjukkan tingkat keakuratan metode peramalan cukup baik dengan rentang akurasi keakuratan peramalan berada pada rentang 0% - 100%.

## B. Metode Pemulusan Eksponensial *Holt-Winter*

### 1. Identifikasi Data

Sebelum melakukan peramalan, dilakukan eksplorasi data terlebih dahulu. Dengan menggunakan bantuan program R, PDRB Provinsi Bali Triwulan I 1991- Triwulan IV 2010 diketahui bahwa data tersebut merupakan data yang dipengaruhi oleh komponen tren dan musiman, sehingga dapat digunakan Metode *Holt-Winters* untuk meramalkan pertumbuhan PDRB Provinsi Bali pada tahun berikutnya.

### 2. Pemilihan Model *Holt-Winter* Terbaik

Adanya komponen tren dan musiman sehingga data dapat diolah dengan menggunakan metode *Holt-Winter* yaitu dengan Metode Multiplikatif atau Metode Aditif dan diolah dengan menggunakan bantuan program R. Pada pengolahan data diperoleh nilai konstanta pemulusan alpha (level) sebesar 1, gamma (trend) sebesar delta (seasonal) sebesar 0.03482. Model terbaik dipilih dengan membandingkan hasil ramalan dan nilai actual serta berdasarkan nilai MAPE, MAD dan MSD yang minimum. Pemilihan model terbaik ini diperoleh menggunakan bantuan program Minitab 14.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Kesalahan Peramalan Model Aditif dan Multiplikatif

Metode <i>Holt-Winter</i>	MSD	MAD	MAPE
Aditif	3.37088E+10	1.08833E+05	3.38869E+00
Multiplikatif	6.31587E+10	1.55515E+05	4.77146E+00

Dari tabel 5 terlihat nilai-nilai kesalahan (MSD, MAD dan MAPE) metode *Holt-Winter* Aditif memiliki ukuran kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *Holt-Winter* Multiplikatif. Sehingga metode *Holt-Winter* Aditif lebih baik digunakan untuk data PDRB Provinsi Bali.

### 3. Hasil Peramalan

Hasil peramalan PDRB Provinsi Bali Triwulan I – Triwulan IV 2011 menggunakan metode *Holt-Winter* Aditif dengan nilai konstanta pemulusan alpha (level) sebesar 1, gamma (trend) sebesar 1 dan delta (seasonal) sebesar 0.03482 dapat dilihat pada table 6

Tabel 6. Hasil Peramalan Metode *Holt-Winter* Aditif

Indeks	Forecast	Lower	Upper
81	7,733,439	7,466,803	8,000,075
81	8,051,659	7,674,579	8,428,739
83	8,427,594	7,917,025	8,938,163
84	8,747,594	8,094,472	9,400,717
MAPE		3.39E+00	
MAD		1.09E+05	
MSD		3.37E+10	

### C. Komparasi Metode *Fuzzy Time Series* dengan Metode *Holt-Winter* Aditif

Setelah mendapatkan hasil peramalan dari Metode *Holt-Winter* Aditif dan Metode *Fuzzy Time Series*, kemudian akan dilakukan komparasi antara nilai AFER dari kedua metode tersebut. Perbandingan hasil peramalan PDRB Provinsi Bali Tahun 2011 disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Komparasi Hasil Peramalan

Periode	Nilai Aktual	Fuzzy Time Series			Holt-Winter Aditif		
		Forecast	Error	%Error	Forecast	Error	%Error
Trw I 2011	7,450,000	7,516,061	66,061	0.89%	7,733,439	283,439	3.80%
Trw II 2011	7,610,000	7,656,082	46,082	0.61%	8,051,659	441,659	5.80%
Trw III 2011	7,790,000	7,806,665	16,665	0.21%	8,427,594	637,594	8.18%
Trw IV 2011	7,900,000	7,968,297	68,297	0.86%	8,747,594	847,594	10.73%
<b>AFER</b>		<b>0.64%</b>			<b>7.13%</b>		

Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode *Holt-Winter* Aditif diperoleh AFER sebesar 7,13% sedangkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* diperoleh AFER sebesar 0,64%, ini menunjukkan peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Holt-Winter* Aditif dengan selisih persentase kesalahan ramalan sebesar 6,49%.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil peramalan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Dalam peramalan data PDRBP rovinsi Bali Tahun 2011 dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* diperoleh hasil ramalan sebesar 30.947.105 dengan persentase kesalahan ramalan sebesar 0,64%. Sedangkan peramalan dengan menggunakan metode *Holt-Winter* Aditif diperoleh hasil ramalan sebesar 32.960.286 dengan persentase kesalahan ramalan sebesar 7,13%.
2. Hasil Peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* memiliki nilai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) lebih kecil dibandingkan metode *Holt-Winter* Aditif sehingga metode *Fuzzy Time Series* memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Holt-Winter* Aditif dengan selisih persentase kesalahan ramalan sebesar 6,49%.

Untuk penelitian lebih lanjut, beberapa saran yang perlu dipertimbangkan, sebagai berikut:

1. Penggunaan persentase perubahan data pada metode *Fuzzy Time Series*.
2. Pemberian bobot dengan Bilangan Fibonacci pada metode *Fuzzy Time Series*.

**Daftar Pustaka**

- Makridakis S, Wheelwright S.C dan McGee V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Subagyo, Pangestu. 1986. *Forecasting, Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Meredith, S and J. Porter. 2009. "Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change as the Universe of Discourse". *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 55, 154-157.
- Wang, Li-Xin. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. London: Prentice Hall Inc.
- Aryarthana, I Wayan Gede. 2011. "Peramalan Konsumsi Listrik RumahTangga dengan Metode Fuzzy Times Series". *Skripsi*. Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Udayana. Tidak diterbitkan.
- Arka, Made. 2011. "Peramalan Tingkat PertumbuhanKendaraan Roda Dua di Kota Denpasar". *Skripsi*. Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Udayana. Tidak diterbitkan.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2011. "PertumbuhanEkonomi Bali Triwulan III Tahun 2011". *Berita Resmi Statistik BPS Provinsi Bali Tahun V No. 5, Nopember 2011*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2011. *Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Tahun 2010*. Denpasar.