

Dekomposisi Komponen-Komponen Deret Waktu untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Tamu Asing ke Indonesia

Yoanna Apria Nengsi¹, Sigit Nugroho², dan Fachri Faisal²

¹Alumni Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

²Staf Pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu

ABSTRAK

Sektor pariwisata memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai salah satu sumber penerima devisa maupun sebagai pencipta lapangan kerja. Dalam usaha mengembangkan pariwisata Internasional sangat diperlukan program yang tepat dan terarah dalam rangka meningkatkan jumlah kedatangan tamu asing ke Indonesia. Dengan dukungan tersedianya data masa lalu tentu akan memudahkan dalam membuat rencana yang cermat dan terarah. Penelitian ini bertujuan mendekomposisikan komponen-komponen deret waktu dan meramalkan jumlah tamu asing ke Indonesia periode 2003. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa trend mengikuti kurva Gompertz (S) dengan periode dasar Januari 1983. Kemudian pada bulan Juli, Agustus, dan Desember jumlah tamu asing ke Indonesia berada di atas rata-rata hingga 12 %, dan berada hingga 10 % di bawah rata-rata pada bulan Januari dan Mei.

Kata kunci : analisis deret waktu, dekomposisi, peramalan

PENDAHULUAN

Deret waktu (*Time Series*) adalah suatu barisan pengamatan yang diamati dan dicatat berdasarkan waktu secara terus menerus [8]. Interval waktu pengamatan yang digunakan dapat berbentuk tahun, bulan, hari, atau jam. Sedangkan data deret waktu mengindikasikan perilaku dari sebuah suatu masalah yang sedang diamati [6]. Tujuan ADW adalah untuk mendapatkan suatu ukuran yang dapat digunakan untuk membuat keputusan masa kini, untuk prediksi atau peramalan beberapa periode kedepan, dan untuk perencanaan operasional di masa yang akan datang [6]. Peramalan (*Forecasting*) beberapa periode ke depan berdasarkan data histori dapat memudahkan dalam melihat kecenderungan pola pergerakan deret waktu, sehingga perencanaan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dalam mengambil keputusan.

ADW terdiri dari empat komponen yaitu komponen *Long Term Trend* (T), *Seasonal Variation* (S), *Cyclical Movement* I, dan *Irregular Component* (I) [6]. Keempat komponen tersebut membentuk suatu model deret waktu. Model deret waktu terdiri dari dua yaitu model penjumlahan (*Additive Model*) dan model perkalian (*Multiplicative Model*). Model perkalian inilah yang paling umum digunakan dalam mendekomposisikan keempat komponen deret waktu. Dekomposisi yaitu proses pembagian deret menjadi komponen bagiannya. Pada model perkalian ini diasumsi kan bahwa keempat komponen memiliki pengaruh yang berbeda, tetapi dapat mempengaruhi komponen yang lain karena satu sama lain tidak independen [6].

Sektor pariwisata merupakan salah satu komoditi ekspor yang terus meningkatkan peranannya dalam perekonomian Indonesia. Dalam usaha mengembangkan pariwisata Internasional, nasional, bahkan daerah sangat diperlukan program yang terarah dan tepat dalam rangka meningkatkan jumlah kedatangan wisatawan mancanegara. Hal itu dapat dilakukan dengan meningkatkan kegiatan pemasaran dan perbaikan berbagai fasilitas dan pelayanan yang diperlukan wisatawan mancanegara. Seperti pelayanan imigrasi, fasilitas angkutan, perbankan, akomodasi restoran, biro perjalanan, dan lain sebagainya [4]. Wisatawan mancanegara atau tamu asing ialah setiap orang yang bepergian ke negara yang lain dari negara tempat tinggalnya, tujuan kunjungannya bukan untuk melakukan pekerjaan yang dibayar di negara yang dikunjungi dan dia tinggal di situ selama setahun atau kurang dari setahun. Definisi ini mencakup dua kelompok pengunjung: wisatawan internasional dan transit internasional.

Sehingga dalam kaitannya dengan fakta di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mendekomposisikan keempat komponen deret waktu dan meramalkan jumlah kedatangan tamu asing ke Indonesia pada tahun 2003 berdasarkan data bulanan jumlah kedatangan tamu asing ke Indonesia selama kurun waktu dua puluh satu tahun dari tahun 1983 sampai dengan tahun 2002.

TINJAUAN PUSTAKA

a. Angka Indeks

Angka indeks adalah suatu nilai relatif dengan angka dasar 100 persen atau suatu perkalian 100 persen [9]. Angka indeks dapat dijadikan ukuran statistik sejauh mana perubahan satu atau bermacam-macam hal tertentu dari suatu periode ke periode yang lain. Angka indeks terdiri dari tiga jenis yaitu indeks harga, indeks kuantitas, dan indeks nilai [6]. Angka indeks yang disusun untuk suatu komoditi tunggal disebut angka indeks sederhana dan untuk beberapa komoditi disebut indeks gabungan. Secara umum indeks harga, kuantitas, dan nilai untuk komoditi tunggal pada periode $ke-n$ dengan dasar periode $ke-0$ secara berturut-turut adalah:

$$\text{Harga Relatif} : P_{0;n} = \frac{\text{Harga periode ke-}n}{\text{Harga periode dasar}} = \frac{P_n}{P_0} \quad (1)$$

$$\text{Kuantitas Relatif} : Q_{0;n} = \frac{\text{Kuantitas Periode ke-}n}{\text{Kuantitas Periode Dasar}} = \frac{Q_n}{Q_0} \quad (2)$$

$$\text{Nilai Relatif} : V_{0;n} = \frac{P_n Q_n}{P_0 Q_0} \quad (3)$$

Kebanyakan angka indeks dalam prakteknya adalah angka indeks gabungan. Dua metode yang digunakan dalam perhitungan angka indeks gabungan antara lain metode agregasi dan metode rata-rata bergerak.

b. Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu umumnya memerlukan cacah data yang banyak, oleh karena itu diperlukan rekaman data yang panjang. Untuk mempelajari pola deret waktu, maka perlu dipelajari terlebih dahulu pola keempat komponen yang menentukan pola deret waktu yang berarti dekomposisi komponen-komponen deret waktu. *Long term trend (T)* adalah pola kecenderungan secara umum yang disebabkan oleh beberapa faktor yang menghasilkan perubahan yang mantap dan relatif stabil [15]. Trend ada dua linier dan nonlinier. Trend linier jika jumlah kenaikan atau penurunan relatif konstan dan sebaliknya untuk trend nonlinier [6]. Jika trend linier, model dan persamaan trend adalah:

$$Y_t = \alpha + \beta x + \varepsilon_t$$

$$y_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x.$$

Dengan asumsi bahwa $\sum x = 0$ diperoleh penduga parameter dengan metode kuadrat terkecil yaitu:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum Y_t}{n}$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum x Y_t}{\sum x^2}$$

Beberapa persamaan trend nonlinier antara lain trend eksponensial dengan persamaan trend $y_t = \hat{\alpha}\hat{\beta}^x$, trend kuadratik dengan persamaan trend $y_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x + \hat{\gamma}x^2$, dan trend kurva Gompertz dengan persamaan $y_t = \hat{\alpha}\hat{\beta}^{\hat{\gamma}^x}$.

Variasi musiman menunjukkan pola berulang secara periodik dalam deret waktu yang besarnya dinyatakan dengan indeks musiman [9]. Metode rata-rata bergerak adalah metode yang tepat untuk mendekomposisikan komponen S dari deret waktu [3].

$$Y = T \times S \times C \times I$$

$$\frac{T \times S \times C \times I}{T \times C} = S \times I \quad (4)$$

SI merupakan rasio dari y untuk rata-rata bergerak, dan TC adalah rata-rata bergerak.

Gerak siklis adalah pergerakan naik turun disekitar nilai trend. Komponen ini tidak dapat diprediksi karena periode dan amplitudo dari siklis secara substansial berbeda-beda dari suatu periode ke periode lainnya [6].

$$\text{Eliminasi komponen T dan S} = \frac{T \times S \times C \times I}{T \times S} = C \times I \quad (5)$$

Dengan metode rata-rata bergerak, nilai komponen I dapat dieliminasi dari CI. Komponen tidak beraturan adalah komponen yang disebabkan faktor acak yang tidak dapat diprediksi [11]. Pada nilai CI jika C dipisahkan atau ditentukan, nilai dari I dapat dengan mudah dipisahkan atau dihitung sebagai berikut :

$$\frac{CI}{C} = I \quad (6)$$

Peramalan (*Forecasting*) adalah dugaan mengenai terjadinya suatu kejadian/peristiwa di waktu yang akan datang. Peramalan bisa berbentuk kuantitatif atau kualitatif [16]. Metode kuantitatif terdiri dari model *time series* dan model kausal (Analisis regresi dan korelasi), sedangkan metode kualitatif atau teknologis dapat dibagi menjadi metode eksploratoris dan normatif [10]. Beberapa model peramalan *time series* adalah *Level Model*, *Trend Model*, *Seasonal Model*, dan *Trend-Seasonal Model*.

Jika nilai pengamatan relatif konstan dalam deret waktu, maka dapat digunakan level model. Model dan persamaan forecastingnya adalah:

$$Y_t = \alpha + \varepsilon_t$$

$$y_t = \hat{\alpha}$$

Nilai ramalan $\hat{\alpha}$ dapat ditentukan dengan menggunakan dua metode yaitu rata-rata bergerak dan penghalusan eksponensial berturut-turut adalah:

$$y_t = \frac{Y_{t-k} + Y_{t-k+1} + Y_{t-k+2} + \dots + Y_{t-1}}{k}$$

$$y_t = \alpha Y_{t-1} + (1-\alpha)y_{t-1}$$

Trend Model Berarti nilai peramalan periode t hanya tergantung pada nilai trend dengan pola menaik atau menurun. Model dan persamaan forecastingnya adalah :

$$Y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

$$y_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}t$$

Trend model dapat menggunakan metode *exponential smoothing* dalam menentukan nilai ramalan yaitu:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} tY_t - n\bar{t}\bar{Y}}{\sum_{t=0}^{n-1} t^2 - n\bar{t}^2} \quad (7)$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{t} \quad (8)$$

$$L_t = y_t + \hat{\alpha}(Y_t - y_t) \quad (9)$$

$$B_t = B_{t-1} + \hat{\beta}\{(L_t - L_{t-1}) - B_{t-1}\} \quad (10)$$

$$y_{t+1} = L_t + B_t \quad (11)$$

$$y_{t+k} = L_t + (kB_t) \quad (12)$$

Seasonal Model adalah model peramalan yang nilainya hanya tergantung pada nilai musiman pada periode ke-k. Model dan persamaan peramalannya adalah:

$$Y_t = \alpha S_k + \varepsilon_t$$

$$y_t = \hat{\alpha} S_k$$

Sedangkan peramalan *Trend-Seasonal model* menggunakan pengukuran yang dipengaruhi oleh trend dan pola musiman. Jika trend linier, model dan persamaan peramalannya adalah:

$$Y_t = (\alpha + \beta t)S_k + \varepsilon_t$$

$$y_t = (\hat{\alpha} + \hat{\beta} t)S_k$$

Dari keempat model peramalan deret waktu, akan ditentukan model per amalan yang memberikan tingkat ketepatan yang tinggi yaitu dengan nilai RSME, MAE, dan MAPE yang minimum.

$$MAE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - y_t|}{n}} \quad (13)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - y_t)^2}{n}} \quad (14)$$

$$MAPE = \sqrt{\frac{100 \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - y_t|}{Y_t}}{n}} \quad (15)$$

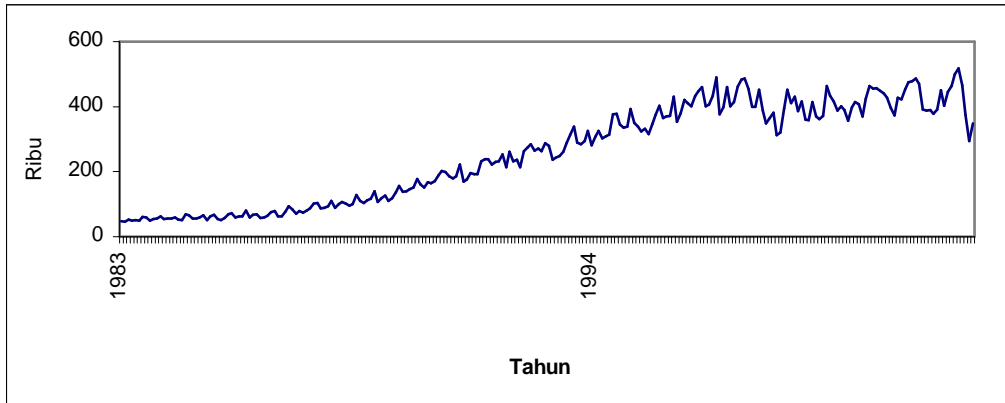
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu penelitian terapan (*applied research*) yaitu penelitian yang bertujuan untuk memperoleh penemuan-penemuan yang berkenaan dengan aplikasi atau penerapan teori-teori tertentu [12]. Sampel dalam penelitian ini adalah populasi yaitu semua orang yang ter golong dalam tamu asing yang datang menyebar ke seluruh wilayah Indonesia dari tahun 1983 sampai dengan tahun 2002. Dengan variabel penelitian adalah variabel deret waktu jumlah kedatangan tamu asing ke Indonesia yang diamati setiap bulan dalam kurun waktu dua puluh tahun. Data yang digunakan yaitu data sekunder yang diperoleh dari buku Statistika Kunjungan Tamu Asing terbitan BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2002. Tahap-tahap analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat plot data asli
2. Melakukan pengkodean waktu pengamatan, dengan ketentuan $X = t - \bar{t}$
3. Dekomposisi komponen *trend* dari data deret waktu

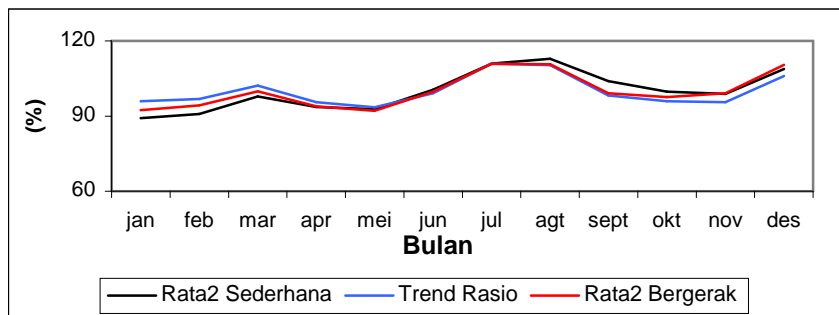
4. Dekomposisi komponen variasi musiman dengan menentukan indeks bulanan.
5. Dekomposisi komponen siklis dan komponen tidak beraturan.
6. Melakukan peramalan menggunakan model deret waktu
7. Evaluasi model peramalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN



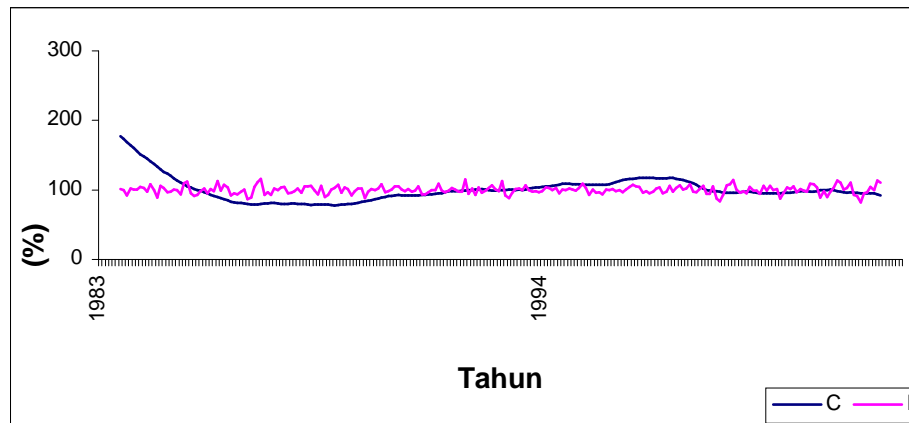
Gambar 1 Plot Data Jumlah Kedatangan Tamu Asing ke Indonesia Periode 1983 -2002

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada tahun-tahun awal pengamatan yaitu tahun 1983 sampai dengan 1986 jumlah tamu asing ke Indonesia secara aktual berjumlah kecil, kemudian jumlahnya membesar bertingkat-tingkat dalam tahun pertengahan, dan di akhir tahun pengamatan jumlah tamu asing ke Indonesia besar tetapi cenderung stabil. Dari Gambar 1 dapat diidentifikasi bahwa kecenderungan jangka panjang dari jumlah tamu asing ke Indonesia mengikuti trend *Gompertz* (S) dengan persamaan trend $y_t = (539978,90)(0,045)^{0,987^x}$ di mana diperkirakan untuk tahun 2003 dan seterusnya jumlah tamu asing ke Indonesia mengalami peningkatan tetapi relatif stabil. Dari perhitungan indeks musiman dengan tiga metode diperoleh gambaran bahwa tamu asing ke Indonesia berada di atas rata-rata terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan Desember. Untuk bulan-bulan yang lain cenderung stabil tetapi sedikit di bawah rata-rata terjadi pada bulan Januari dan Mei.



Gambar 2 Indeks Bulanan Jumlah Tamu Asing ke Indonesia

Sedangkan untuk komponen siklis dan komponen tidak beraturan rata-rata berada pada keadaan normal, yang berarti hanya sedikit faktor acak yang tidak bisa diawasi yang berakibat pada kelabilan jumlah tamu asing ke Indonesia.



Gambar 3 Komponen C dan I dengan S dari Metode Rata-rata Bergerak

Baik buruknya model peramalan dapat dilihat dengan menggunakan ukuran RMSE, MAE, dan MAPE dengan membandingkan nilai ramalan tersebut dengan data yang sebenarnya yaitu data periode 1983 sampai dengan 2002. Berikut ukuran RMSE, MAE, dan MAPE untuk masing-masing model peramalan deret waktu.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa pemilihan konstanta pemulusan α , β dan periode rata-rata bergerak k yang optimal pada level dan trend model dapat membantu meningkatkan ketepatan nilai ramalan. Trend model dengan metode eksponensial smoothing ganda menghasilkan tingkat ketepatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan level model, karena mengalami dua kali pemulusan. Peramalan seasonal model menghasilkan penyimpangan yang besar karena nilai ramalan hanya ditentukan oleh komponen musiman, jadi seasonal model kurang baik digunakan. Sedangkan trend seasonal model menghasilkan nilai ramalan yang mengikuti pola pergerakan deret waktu secara umum dengan nilai penyimpangan yang lebih kecil dibandingkan dengan seasonal model. Jadi trend seasonal model lebih baik digunakan dari pada seasonal model.

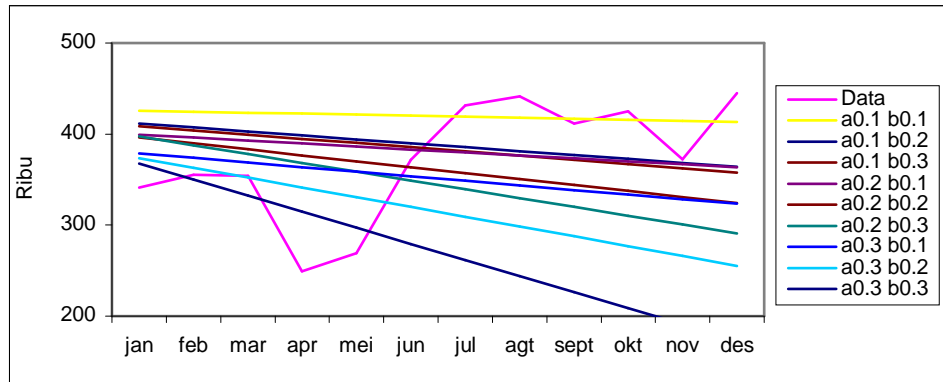
Tabel 1 Ukuran Ketepatan Ramalan 1983 – 2003 dengan Model *Time Series*

No.	Model	RMSE	MAE	MAPE
1.	LEVEL MODEL			
	Eksponensial Smoothing			
	$\alpha = 0.1$	38064.03	168.77	3.35
	$\alpha = 0.2$	33298.50	154.07	3.02
	$\alpha = 0.3$	31862.98	149.18	2.93
	Rata-rata Bergerak			
	k = 3	33545.50	152.23	3.00
	k = 4	33965.52	153.21	2.97
2.	TREND MODEL			
	Konstanta Pemulusan			
	$\alpha = 0.1 \beta = 0.1$	32821.66	150.52	2.96
	$\alpha = 0.1 \beta = 0.2$	32870.32	150.55	2.94
	$\alpha = 0.1 \beta = 0.3$	33158.28	151.75	2.96
	$\alpha = 0.2 \beta = 0.1$	31468.86	148.36	2.91
	$\alpha = 0.2 \beta = 0.2$	32493.62	150.59	2.94
	$\alpha = 0.2 \beta = 0.3$	33847.50	153.29	2.98
	$\alpha = 0.3 \beta = 0.1$	31191.18	148.32	2.91
	$\alpha = 0.3 \beta = 0.2$	32599.26	151.23	2.96
	$\alpha = 0.3 \beta = 0.3$	34177.88	154.70	3.02
3.	SEASONAL MODEL			
	Indeks dari metode:			
	Rata-rata Sederhana	146563.34	365.05	10.30
	Trend Rasio	146888.77	365.63	10.32
Rata-rata Bergerak	146679.16	365.23	10.30	
4.	TREND SEASONAL MODEL			
	Indeks dari metode:			
	Rata-rata Sederehana	33929.19	157.56	3.73
	Trend Rasio	33798.73	160.81	3.76
Rata-rata Bergerak	34227.49	159.43	3.74	

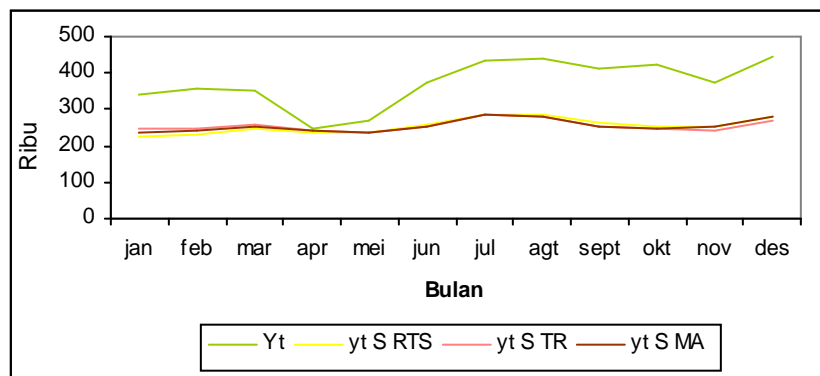
Ramalan jumlah tamu asing ke Indonesia periode 2003 untuk masing -masing model peramalan deret waktu dapat dilihat melalui tabel dan visualisasi di bawah ini:

Tabel 2 Nilai Ramalan Periode Desember 2003 dengan Level Model

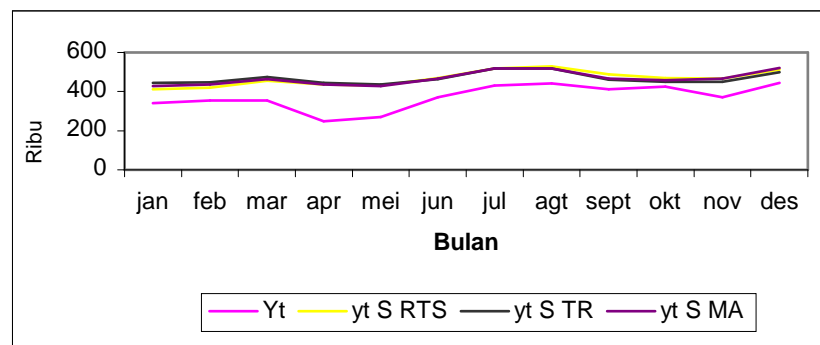
Metode	$Y_t = \text{Data}$	$y_t = \text{Ramalan}$	$Y_t - y_t$
Eksponensial Smoothing			
$\alpha = 0.1$	445062	388831.74	56230.26
$\alpha = 0.2$	445062	387716.34	57345.66
$\alpha = 0.3$	445062	393208.44	51853.56
Rata-rata Bergerak			
k = 3	445062	403005.67	42056.33
k = 4	445062	412540.25	32521.75
k = 5	445062	416334.60	28727.40
k = 6	445062	408885.83	36176.17
k = 12	445062	364149.75	80912.25



Gambar 4 Forecasting Trend Model 2003 dengan Eksponensial Smoothing



Gambar 5 Forecasting Seasonal Model Periode 2003



Gambar 6 Trend Seasonal Model Periode 2003

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pola kunjungan tamu asing ke Indonesia mengikuti kurva Gompertz (S) dengan periode dasar Januari 1983. Kemudian pada bulan Juli, Agustus, dan Desember jumlah tamu asing ke Indonesia cenderung meningkat dibandingkan bulan-bulan yang lain dan cenderung menurun pada bulan Januari dan Mei. Peramalan level dan trend model lebih mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan seasonal dan trend seasonal model. Tetapi hasil ramalan dengan seasonal dan trend seasonal model mengikuti pola pergerakan deret waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2004. "Peramalan". library.gunadarma.ac.id/files/disk1/14/jbptgunadarma-gdl-course-2004-noname-688-p-6,7pe-n.ppt. 19 Februari 2006; 10:05.
- [2] Bogenschutz, P. and P. Ruscher. "Summer Season Verification of the First NSW. Operational WRF Model Forecasts from the NOAA Coastal Storms Initiative project in Northeast Florida". www-frd.fsl.noaa.gov/pub/papers/Bogenschut2004/p.pdf. 08 Mei 2006; 3:55.
- [3] Bowen, E. K. and Starr, M. K. 1982. *Basic Statistics For Business and Economics*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [4] BPS Indonesia. 2002. *Statistika Kunjungan Tamu Asing*. Jakarta: CV Dwi Aksara Manunggal.
- [5] BPS Jakarta. 2003. "Konsep dan Definisi Pariwisata". http://bps.jakarta.go.id/P3_Stat/P39_Wisata/P391_def.htm. 17 Februari 2006; 10:24.
- [6] Clark and Schkade. 1983. *Statistical Analysis For Administrative Decisions*. USA: Ohio South-Western Publishing CO.
- [7] Hamburg, M. 1977. *Basic Statistics A Modern Approach*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- [8] Jenks, G. M. Goerge, E. P.B. and Gregory, C.R. 1994. *Time Series Analysis Forecasting and Control 3rd*. New Jersey: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- [9] Kustianto, B. 1984. *Statistik Analisa Runtut Waktu dan Regresi-korelasi*. Yogyakarta: BPFE.
- [10] Makridakis, S., S. C. Wheelwright, and V. E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- [11] Mangkuadmodjo, S. 2004. *Statistika Lanjutan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- [12] Mardalis. 1989. *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [13] Mendenhall, W. and James, E. R. 1988. *Statistik untuk Manajemen dan Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- [14] Ross, G. F. 1998. *Psikologi Pariwisata*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- [15] Sanders, D. H. 1990. *Statistics, A Fresh Approach*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- [16] Supranto, J. 1993. *Metode Ramalan Kuantitatif untuk rencana Ekonomi dan Bisnis*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- [17] Susantio, D. 2003. "Kebudayaan dan Pariwisata". www.sinarharapan.co.id/feature/wisata/2003/0828/wis04.html-26k-. 07 Februari 2006; 10:26.
- [18] Susantio, D. 2004. "Memaksimalkan Potensi Pariwisata di Indonesia". www.sinarharapan.co.id/feature/wisata/2004/0212/wis02.html-27k-. 07 Februari 2006; 10:28.