

**PERAMALAN PERTUMBUHAN PENDUDUK KABUPATEN SITUBONDO
DENGAN MODEL ARIMA, DERET ARITMATIK, DERET GEOMETRI DAN
DERET EKSPONENSIAL “THE FORECASTING GROWTH OF THE
POPULATION IN SITUBONDO BY USING ARIMA, ARITMATICS,
GEOMETRICS AND EXPONENTIAL”**

As’ad³⁶, I Made Tirta³⁷, YulianiSetiaDewi³⁸

***Abstract.** ARIMA models as the population forecasting in Situbondo is a model of ARIMA(3, 3, 3) and mathematically, it is stated as; $=2,445-1,6632-0,148+0,9732-1,0746+0,4676+-1,0635$. Forecasting the population in Situbondo is 667646 people in 2012 and in 2013 is 677852 people. Some other approaches in determining the population is the Arithmetic growth formula, the result of forecasting in 2012 is 657540 people and in 2013 is 661626 people, Based on Geometric growth formula, the result of forecasting in 2012 is 19696459 people and in 2013 is 35211214 people and Based on Exponential growth formula the result of forecasting in 2012 is 657611 people and in 2013 is 661799 people. If we compare the data of the forecasted result of ARIMA model with the Aritmatics growth formula and Exponential growth formula, show that the data of the population with the last ten actual data is relatively similiar. The closed last ten actual data forecasting of population is the aritmatiks growth formula, whereas the data of the population result for next two year based on the Geometric growth formula got the forecasted result which is different from the forecasted result of ARIMA model, Aritmatics growth formula and Exponential growth formula.*

***Key Words:**forecasting, arima models, arithmetic, geometric, exponential*

PENDAHULUAN

Di era globalisasi sekarang ini perkembangan zaman semakin maju dengan pesat, seiring dengan pertumbuhan penduduk yang begitu cepat. Peristiwa krisis moneter dan krisis moral yang terjadi juga turut mewarnai penurunan kualitas bangsa Indonesia. Kondisi semacam ini menimbulkan banyak permasalahan antara lain: pengangguran, tindakan kriminal, bangunan sebagai tempat tinggal, dan kurangnya investasi. Banyaknya pengangguran membuat bangsa Indonesia semakin miskin. Selain kemiskinan, masalah yang dihadapi bangsa Indonesia sekarang ini adalah kepadatan penduduk.

Untuk mengetahui jumlah penduduk dilakukan sensus penduduk. Penyelenggara sensus penduduk pelaksanaan nyamembutuhkan biaya yang sangat besar dan waktu yang lama. Sensus penduduk di

³⁶Mahasiswa Pascasarjana Matematika FMIPA Universitas Jember

³⁷Dosen Matematika FMIPA Universitas Jember

³⁸Dosen Matematika FMIPA Universitas Jember

Indonesia dilaksanakan setiap sepuluh tahun yaitu pada tahun-tahun yang berakhir dengan angka nol dan supra adalah survei penduduk antara sensus pada pertengahan dan sensus yang berurutan. Sensus penduduk atau cacah jiwa adalah kegiatan perhitungan jumlah penduduk di seluruh atau sebagian teritorial suatu negara dan mengumpulkan semua karakteristik pokok keluarga penduduk, rumah tangga, bangunan dan tempat tinggal.

Permasalahan yang ingin diselesaikan adalah “Bagaimana bentuk model ARIMA dan model matematika untuk data jumlah penduduk Kabupaten Situbondo?”. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian adalah mendapatkan bentuk model ARIMA dan perbandingan dengan model matematika untuk data jumlah penduduk Kabupaten Situbondo. Hasil penelitian diharapkan memberi gambaran tentang analisis data runtun waktu khususnya model ARIMA dan model matematika dan memberikan gambaran kepada pemerintah Kabupaten Situbondo tentang pertumbuhan jumlah penduduk sehingga dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam mengambil kebijakan.

METODE PENELITIAN

Dalam hal ini langkah-langkah analisis data untuk mencapai tujuan penelitian yaitu:

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari kantor Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Situbondo. Data yang digunakan adalah data tentang jumlah penduduk di Kabupaten Situbondo dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2011 dalam perbulan sebanyak 60 pengamatan. Variabel yang digunakan adalah Z_t yang merupakan jumlah penduduk di Kabupaten Situbondo pada pengamatan ke- t .

Metode Pengolahan Data

Dalam pengolahan data, dengan memplot data yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis data tersebut, sehingga dapat diketahui bagaimana pergerakan jumlah penduduk pada beberapa periode yang akan datang.

Langkah-langkah untuk mengolah data tersebut, adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi

1. Memasukkan data deret waktu pada lembar kerja

2. Memplot data deret waktu;
3. Mengidentifikasi nilai ACF dan PACF, yaitu:
 - Jika nilai ACF dan PACF menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam mean, maka dilakukan diferensiasi; dan
 - Jika nilai ACF dan PACF menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam variansi, maka dilakukan transformasi.
 1. Memplot data deret waktu hasil diferensiasi atau transformasi;
 2. Mengidentifikasi nilai ACF dan PACF hasil diferensiasi atau transformasi, sehingga dari nilai ACF dan PACF dapat ditentukan model sementara.
2. Estimasi Parameter dan *Diagnostic Checking*, yakni:
 - Dengan hasil penaksiran parameter dan pemeriksaan diagnostik, maka dapat ditentukan apakah dugaan model sementara tersebut sudah sesuai atau tidak;
 - Jika model sudah sesuai, maka model dapat digunakan untuk peramalan;
 - Jika model tidak sesuai, maka kembali ke langkah 1.5.
3. Praperamalan

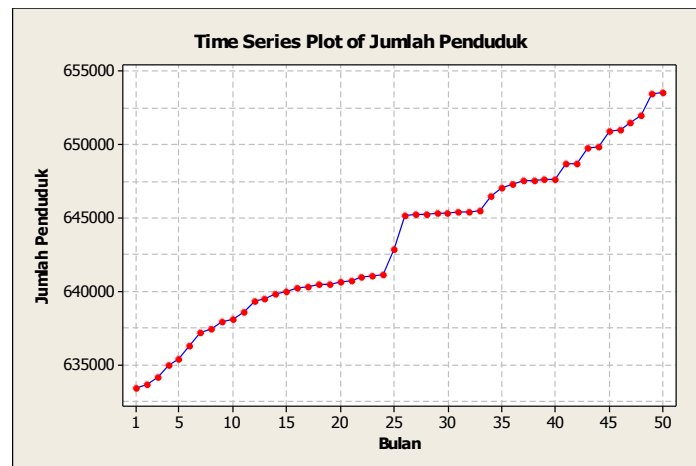
Sebelum model digunakan untuk peramalan beberapa nilai pada beberapa periode mendatang, perlu dilakukan praperamalan dengan cara data pada beberapa periode terakhir tidak digunakan, selanjutnya dengan menggunakan model yang telah diperoleh dilakukan peramalan untuk mendapatkan kembali data pada beberapa periode terakhir yang tidak digunakan tersebut.
4. Setelah langkah-langkah diatas, selanjutnya jika hasil output penaksiran parameter dan pemeriksaan diagnostik memenuhi syarat maka dapat dilakukan peramalan jumlah penduduk untuk dua periode kedepan.
5. Melakukan proses peramalan dengan model pertumbuhan Aritmatik, pertumbuhan Geometrik, pertumbuhan Eksponensial dan membandingkan dengan model ARIMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Model

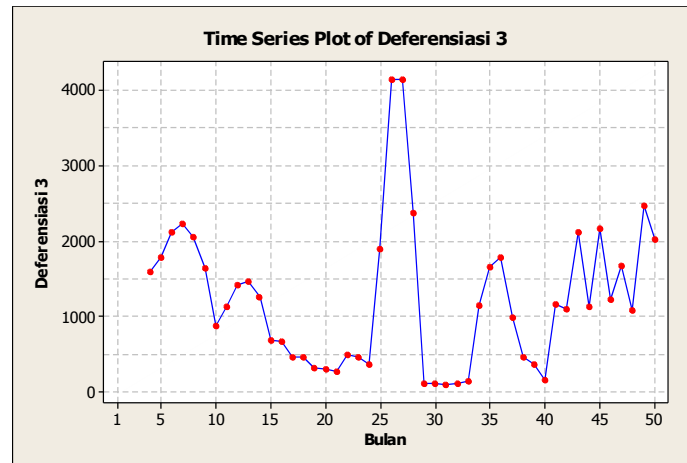
Padatahapinidilakukan proses identifikasiterhadap plot data, plot *Autocorrelation Function* (ACF), dan plot *PartialAutocorrelation Function* (PACF) pada data

jumlah penduduk kabupaten Situbondoribulan Januari 2007 sampai Desember 2011. Hasil plot data dapat dilihat pada Gambar 1 pada berikut ini;

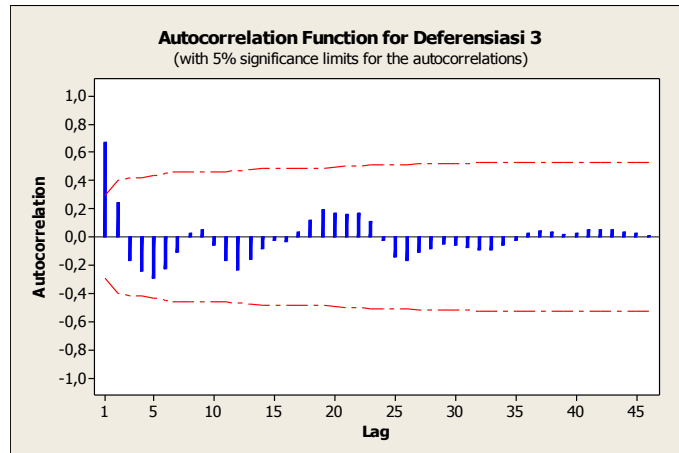


Gambar 1. Plot Data Jumlah Penduduk

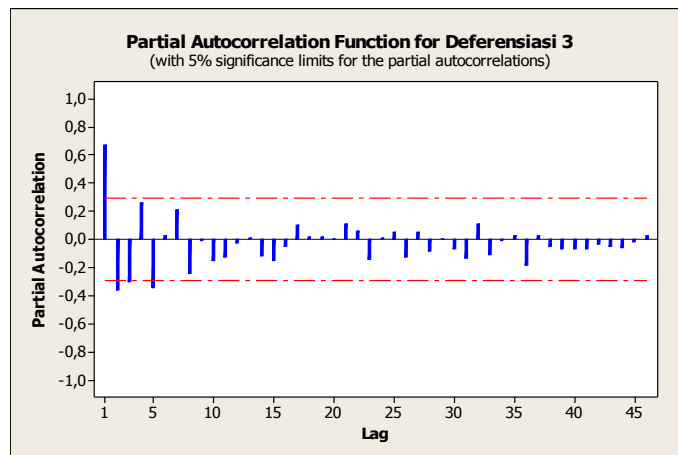
Hasil diferensiasi non musiman ($d=3$) ditampilkan dalam plot data, plot ACF dan plot PACF berturut-turut pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 pada berikut ini :



Gambar 2. Plot Data Jumlah Penduduk



Gambar3. Plot ACF Data JumlahPendudukDiferensiasi3



Gambar4. Plot PACF Data JumlahPendudukDiferensiasi3

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 tampak bahwa data dalam keadaan stasioner, plot ACF terpotong setelah lag 1 (*cut off after lag 1*) dan PACF terpotong setelah lag 3 (*cut off after lag 3*). Hal ini mengindikasikan bahwa model dugaan untuk data jumlah penduduk adalah ARIMA (3, 3, 1).

Estimasi Parameter dan Diagnostic Checking

Setelah tahap identifikasi yang telah dilakukan diperoleh model dugaan ARIMA (3, 3, 1), selanjutnya dilakukan estimasi parameter model tersebut dan dilakukan pengujian kesesuaian model melalui *Diagnostic Checking* dengan output program sebagai berikut :

ARIMA Model: Jumlah Penduduk

```
Estimates at each iteration
Iteration SSE Parameters
0 56105681 0,100 0,100 0,100 0,100 -25,517
1 51347847 -0,050 0,039 0,057 0,028 -26,050
```

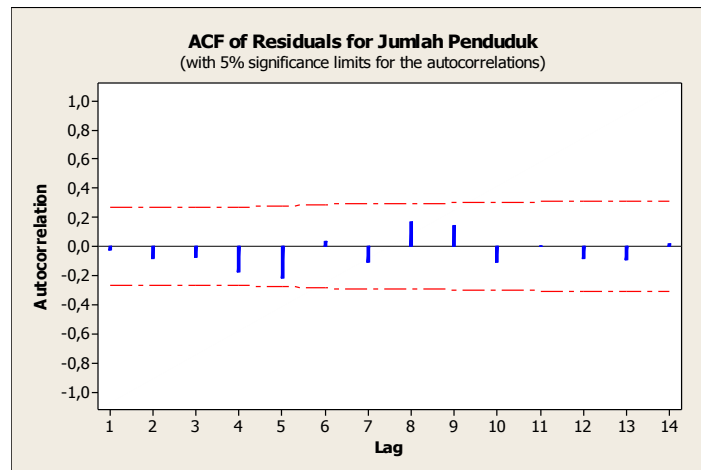
```

2 48953382 -0,200 -0,005 0,031 -0,081 -28,616
3 47523906 -0,350 -0,044 0,013 -0,206 -31,749
4 46572634 -0,500 -0,080 -0,002 -0,340 -35,131
5 45933333 -0,650 -0,114 -0,014 -0,480 -38,670
6 45550260 -0,800 -0,146 -0,023 -0,624 -42,339
7 45022329 -0,660 -0,132 -0,025 -0,474 -38,325
8 44577644 -0,518 -0,115 -0,025 -0,324 -34,416
9 43953981 -0,380 -0,099 -0,027 -0,174 -30,549
10 43167309 -0,246 -0,085 -0,030 -0,024 -26,735
11 42157970 -0,118 -0,071 -0,035 0,126 -22,983
12 40781678 0,001 -0,060 -0,043 0,276 -19,310
13 38832277 0,105 -0,053 -0,054 0,426 -15,722
14 36136463 0,186 -0,050 -0,071 0,576 -12,178
15 32631665 0,237 -0,051 -0,091 0,726 -8,526
16 28252474 0,245 -0,055 -0,116 0,876 -4,442
17 25508257 0,219 -0,062 -0,132 0,951 -2,392
18 21703567 0,069 -0,116 -0,183 0,959 -1,911
19 18758735 -0,081 -0,171 -0,235 0,964 -1,397
20 16601023 -0,231 -0,226 -0,290 0,969 -0,794
21 15215292 -0,381 -0,282 -0,347 0,974 0,006
22 14569616 -0,531 -0,338 -0,411 0,982 0,992
23 14466856 -0,562 -0,347 -0,439 0,989 1,992
24 14278927 -0,559 -0,334 -0,465 1,005 2,522
25 13498834 -0,555 -0,328 -0,468 1,063 2,618
** Convergence criterion not met after 25 iterations **
Final Estimates of Parameters
Type Coef SE Coef T P
AR 1 -0,5550 0,1501 -3,70 0,001
AR 2 -0,3282 0,1652 -1,99 0,054
AR 3 -0,4678 0,1524 -3,07 0,004
MA 1 1,0635 0,0385 27,65 0,000
Constant 2,6180 0,3094 8,46 0,000
Differencing: 3 regular differences
Number of observations: Original series 50, after differencing 47
Residuals: SS = 13408364 (backforecasts excluded)
MS = 319247 DF = 42
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic
Lag 12 24 36 48
Chi-Square 11,8 20,0 23,3 *
DF 7 19 31 *
P-Value 0,109 0,396 0,837 *

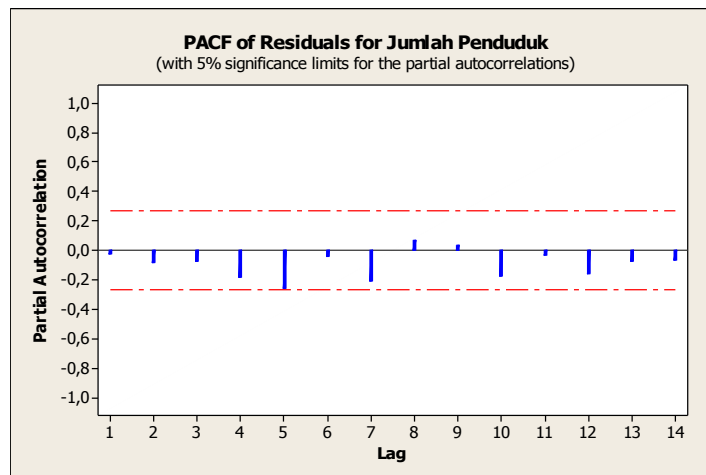
```

Dalam hasil keluaran di atas tampak bahwa *P-Value* untuk masing-masing parameter model AR (3) dan MA (1) adalah kurang dari 0,05, berarti bahwa semua parameter model signifikan. Dari hasil kesesuaian model dapat dilihat dari hasil Ljung-Box (*Box-Pierce Modified*) di atas menunjukkan bahwa semua *P-Value* lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa model sudah memenuhi syarat cukup, yakni residual memenuhi syarat *White Noise*.

Plot ACF dan PACF residual pada Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa tidak ada satu lag pun yang keluar batas dan dapat disimpulkan bahwa residual model independen. Hasil uji Ljung-Box dan plot ACF dan plot PACF residual telah konsisten.



Gambar 5. Plot ACF residual JumlahPenduduk



Gambar6. Plot PACF Residual JumlahPenduduk

Dengandemikiandapatdisimpulkanbahwa model ARIMA (3, 3, 1) adalah model untuk data jumlahpendudukKabupatenSitubondo. Dengan menggunakan estimasi parameter di atas maka secara matematis model ini dapat diperoleh sebagai berikut:

$$= 2,445 - 1,6632 - 0,148 + 0,9732 - 1,0746 + 0,4676 + - 1,0635$$

Praperamalan

Sebelum model ARIMA (3, 3, 1) digunakan untuk melakukan peramalan data jumlah penduduk, terlebih dahulu model ARIMA (3, 3, 1) dicoba untuk meramalkan sepuluh data terakhir dari data jumlah penduduk yaitu data ke-51, ke-52, ke-53, ke-54 ke-55, ke-56, ke-57, ke-58 ke-59 dan ke-60. Setelah sepuluh angka aktual data terakhir jumlah penduduk tersebut digunakan, selanjutnya model ARIMA (3, 3, 1) digunakan untuk meramal dengan program sebagai berikut:

Forecasts from period 50

95% Limits				
Period	Forecast	Lower	Upper	Actual
51	653969	652928	655010	653618
52	654370	652509	656232	653631
53	655188	652467	657909	653643
54	655687	652145	659229	653654
55	656265	651727	660802	653669
56	656780	651153	662408	653678
57	657435	650632	664237	653697
58	658031	650017	666045	653731
59	658656	649357	667955	653759
60	659259	648612	669906	653795

Dari hasilkeluarandiastampakbahwaangkaperamalan data terakhirjumlahpendudukrelatiftidakjauhberbedadengansepuluh angka aktual data terakhirjumlahpenduduk.

Peramalan

Padatahapinidilakukanperamalanterhadap data jumlahpendudukperiode ke-61 sampaidenganperiode ke-84, dengan model yang telahdiperoleh, yakni ARIMA (3,3,1).

Selanjutnya model inidipakaiuntukmeramalkanperiodeduatahunkedepan.

Forecasts from period 50

95% Limits				
Period	Forecast	Lower	Upper	Actual
51	653969	652928	655010	653618
52	654370	652509	656232	653631
53	655188	652467	657909	653643
54	655687	652145	659229	653654
55	656265	651727	660802	653669
56	656780	651153	662408	653678
57	657435	650632	664237	653697
58	658031	650017	666045	653731
59	658656	649357	667955	653759
60	659259	648612	669906	653795
61	659906	647846	671967	
62	660551	647028	674074	
63	661214	646174	676254	
64	661876	645269	678484	
65	662558	644331	680785	
66	663248	643356	683141	
67	663953	642348	685558	
68	664666	641305	688028	
69	665393	640231	690555	
70	666131	639127	693136	
71	666883	637995	695771	
72	667646	636835	698457	
73	668423	635649	701196	
74	669211	634438	703985	
75	670014	633203	706824	
76	670829	631945	709713	
77	671658	630666	712650	
78	672501	629365	715636	
79	673357	628044	718670	
80	674227	626704	721750	
81	675112	625346	724877	

82 676011 623970 728051
 83 676924 622578 731270
 84 677852 621169 734535

Dari hasil peramalan diatas, tampak bahwa data jumlah penduduk untuk 24 periode mendatang yaitu dari 659906 dengan *upper* 671967 dan *lower* 647846 sampai dengan 677852 dengan *upper* 734535 dan *lower* 621169. Perbandingan model ARIMA (3, 3, 1) dengan hasil peramalan jumlah penduduk menggunakan pertumbuhan Aritmatik, pertumbuhan Geometrik dan pertumbuhan Eksponensial tampak dalam plot sebagai berikut :

Gambar 7. Plot Perbandingan rumus Aritmatik dengan Model ARIMA

Gambar 8. Plot Perbandingan Rumus Geometrik dengan Model ARIMA

Gambar 9. Plot Perbandingan rumus Eksponensial dengan Model ARIMA

Pada Gambar 7 dan Gambar 9 terlihat bahwa masing-masing periode ramalan jumlah penduduk menggunakan rumus pertumbuhan Aritmatik dan pertumbuhan Eksponensial angkanya berada diantara *upper* dan *lower* pada model ARIMA(3, 3, 1) dan pada Gambar 8 tampak bahwa periode ramalan jumlah penduduk menggunakan rumus pertumbuhan Geometrik dengan model ARIMA(3, 3, 1) angkanya terlihat tidak terindikasi sehingga rumus pertumbuhan Geometrik tidak dapat dipakai untuk peramalan jumlah penduduk kabupaten Situbondo. Selisih hasil peramalan jumlah penduduk kabupaten Situbondo dari beberapa model dengan data jumlah penduduk aktual.

Tabel 1. Selisih aktual dengan ARIMA, Aritmatik, Geometrik dan Eksponensial

Bulan Ke-	Aktual	ARIMA	Aritmatik	Geometrik
51	653618	653969	650390	7126490
52	653631	654370	650731	7479974
53	653643	655188	651071	7850991
54	653654	655687	651412	8240411
55	653669	656265	651752	8649147
56	653678	656780	652093	9078157
57	653697	657435	652433	9528446
58	653731	658031	652774	10001070
59	653759	658656	653114	10497138
60	653795	659259	653455	11017810

Bulan Ke-	Aktual - ARIMA	Aktual - Aritmatik	Aktual - Geometrik	Aktual - Eksponensial
51	-351	3228	-6472872	3273
52	-739	2900	-6826343	2942
53	-1545	2572	-7197348	2609

54	-2033	2242	-7586757	2276
55	-2596	1917	-7995478	1946
56	-3102	1585	-8424479	1610
57	-3738	1264	-8874749	1284
58	-4300	957	-9347339	973
59	-4897	645	-9843379	655
60	-5464	340	-10364015	346
Total= X	-28765	17650	-82932759	17914
X ²	827425225	311522500	6,87784E+15	320911396

Dari hasil selisih antara data aktual dengan model ARIMA, data aktual dengan rumus Aritmatik, data aktual dengan rumus geometrik dan data aktual dengan rumus Eksponensial didapatkan urutan dari jumlah yang terkecil 311522500, 320911396, 827425225, 6,87784E+15. Dengan demikian peramalan yang lebih mendekati pada sepuluh angka aktual data terakhir jumlah penduduk adalah pendekatan dengan menggunakan rumus pertumbuhan Aritmatik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk model ARIMA untuk data jumlah penduduk Kabupaten Situbondo adalah model ARIMA (3, 3, 1), model ARIMA (3, 3, 1) secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut: didapatkan hasil peramalan jumlah penduduk Kabupaten Situbond untuk tahun 2012 sebanyak 667646 penduduk dengan *Upper* 698457 dan *Lower* 636835, dan tahun 2013 sebanyak 677852 penduduk dengan *Upper* 734535 dan *Lower* 621169.
2. Hasil peramalan dengan menggunakan rumus pertumbuhan Aritmatik untuk tahun 2012 sebanyak 667540 penduduk dan tahun 2013 sebanyak 661626 penduduk, hasil peramalan dengan menggunakan rumus pertumbuhan Geometrik untuk tahun 2012 sebanyak 19696459 penduduk dan tahun 2013 sebanyak 35211214 penduduk dan hasil peramalan dengan menggunakan rumus pertumbuhan Eksponensial untuk tahun 2012 sebanyak 657611 penduduk dan tahun 2013 sebanyak 661799 penduduk.
3. Peramalan yang lebih mendekati pada sepuluh angka aktual data terakhir jumlah penduduk adalah rumus pertumbuhan Aritmatik dan pada rumus pertumbuhan Geometri hasil ramalan data penduduk untuk dua tahun mendatang didapatkan hasil peramalan yang sangat jauh berbeda dengan hasil peramalan model ARIMA, rumus pertumbuhan Aritmatik dan rumus pertumbuhan Eksponensial.

Berdasarkan kesimpulan di atas, penulis menyarankan bagi perencana dan pengambil kebijakan yang membutuhkan hasil peramalan data penduduk maksimal dan hasil peramalan data penduduk minimal, dapat menggunakan peramalan dengan model ARIMA untuk mendapatkannya karena pada peramalan dengan model ARIMA ada batas-batas hasil peramalan yaitu pada *upper* dan *lower*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, D. 2006. *Model Peramalan Fluktuasi Price dan Yield Obligasi Negara Seri FR0020*. Skripsi. FMIPA Universitas Negeri Jember.
- Adioetomo, S. M. dan Samosir, O. B. 2010. *Dasar-dasar Demografi*. Edisi 2. Jakarta Timur: Salemba Empat.
- Box, G & Jenkins, G. 1984. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. 2nd edition San Fransisco, CA: Holden Day.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo. 2010. *Kabupaten Situbondo dalam Angka*. Situbondo: Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo.
- Cryer, J. D. 1986. *Time Series Analysis*. Boston: PWS-KENT Publising Company.
- Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Situbondo. 2011. *Regestrasi Jumlah Penduduk Kabupaten Situbondo*. Situbondo: Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Situbondo.
- Halim, S. 2006. *Diktat Time Series*. Rangkumandaribuku Box, G.E.P, Jenkins, G.M. *TimeSeries Analysis, forecasting and Control*. [<http://www.faculty.petra.ac.id/halim/indexfiles/Forecasting/forecast.pdf>. 2 Maret 2012].
- Iriawan, N. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Mardiana. 2005. *Aplikasi Model ARIMA Pada Data Indeks Harga Konsumen Sayuran Kabupaten Jember*. Skripsi. FMIPA Universitas Negeri Jember.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., dan Mcgee, V. E. 1990. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Rahayu, U. S. 2007. *Proyeksi Jumlah Penduduk Menggunakan Model ARIMA dan Analisis Faktor (Multivariat) pada Variabel-variabel yang Mempengaruhi Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Jepara*. Skripsi. Statistika Terapan dan Komputasi Matematika Universitas Negeri Semarang.

- Suhartono dan Lestari, B. 2003. *Analisis Time Series Model ARIMA (Metode Box & Jenkins)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sulistiyono, B. 2010. *Model ARIMA Dalam Analisis Keterkaitan Beberapa Indikator Ekonomi Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Periode 2008:10-2010:07*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". ISSN 1410-2293 pp 249-256.
- Sulistiyono, B. 2010. *Model ARIMA Dalam Analisis Keterkaitan Beberapa Indikator Ekonomi Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Periode 2008:10-2010:07*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". ISSN 1410-2293 pp 249-256.
- Suhartono. 2011. *Time Series Forecasting by using Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: Subset, Multiplicative or Additive Model*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Journal of Mathematics and Statistics. ISSN 1549-3644.
- Wei, W.W.W. 2005. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison-Wesley Publishing Company.