

PEMODELAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) CURAH HUJAN DI KOTA BANDUNG

MODELLING OF AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) RAINFALL IN BANDUNG

Anie Lusiani

Endang Habinuddin

(Staf Pengajar UP MKU Politeknik Negeri Bandung)

ABSTRAK

Data curah hujan bulanan sebanyak 114 buah dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Bandung periode Januari 2001 hingga Juni 2010 diproses dengan program komputer minitab untuk dilihat polanya dalam model ARIMA. Tahap pemodelan ini dimulai dari pengujian stasioneritas data, indentifikasi model, estimasi parameter, verifikasi model, hingga peramalan. Data curah hujan adalah data yang tidak stasioner sehingga dilakukan pembedaan pertama. Model yang diperoleh dari data hasil pembedaan pertama ini adalah ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹² dengan uji signifikansi parameter model, uji statistik t, dan *overfitting*.

Kata kunci: curah hujan, ARIMA, pembedaan, uji statistik t, *overfitting*.

ABSTRACT

Monthly rainfall of 114 data got from Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Bandung, period January 2001 - June 2010 is processed by a minitab computer program to see the pattern of existing ARIMA model. Stages of ARIMA modeling were the identification of models which include testing the stationarity of data and determination temporary model, estimating model parameter, testing the feasibility of the model, and forecasting with the model selected. Rainfall data was not stationary as a result differencing of preliminary data was made. The model built by the first differencing data was ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹² with a test of coefficients (parameters) models significance, the T statistics test, and overfitting.

Keywords: rainfall, ARIMA, differencing, t statistics, overfitting.

PENDAHULUAN

Curah hujan adalah endapan atau deposit air dalam bentuk cair maupun padat yang berasal dari atmosfer. Banyaknya curah hujan dinyatakan dengan satuan milimeter (mm) yang berarti air hujan yang jatuh pada permukaan datar seluas

1 meter persegi (m²) setinggi 1 mm dengan tidak meresap, mengalir, ataupun menguap selama selang waktu tertentu. Data curah hujan adalah data runtun waktu yang berbentuk musiman suatu pola yang berulang-ulang dalam selang waktu yang tetap (Makridakis,

1998). Analisis runtun waktu adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan pola data masa lalu yang telah dikumpulkan secara teratur. Metode yang banyak digunakan antara lain metode ARIMA, *Kalman Filter*, *Bayesian*, *Metode smoothing*, dan *Regresi*. Beberapa metode telah diimplementasikan seperti *Exponential Smoothing* dan *Time Series Regression* pada kasus kunjungan wisata di dua daerah yaitu Denpasar dan Batam, yang dilakukan oleh Pujiati dari FMIPA ITS, pemodelan debit air sungai studi kasus das Cikapundung yang dilakukan oleh Mulyana dari Universitas Lampung, 2008, pemodelan dan peramalan banyaknya hari hujan di Jember dengan proses Arma yang dilakukan oleh Lestari tahun 2000, dan memprediksi temperatur udara per bulan di Jakarta dengan menggunakan metode ARIMA yang dilakukan oleh Wijaya tahun 2008.

Metode ARIMA merupakan metode yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins sehingga nama mereka sering disinonimkan dengan proses ARIMA yang diterapkan untuk analisis data dan peramalan data runtun waktu (Musim Hujan Berakhir Mei, 2010). Asumsi penting yang harus dipenuhi dalam memodelkan runtun waktu adalah asumsi kestasioneran.

Namun, deret nonstasioner dapat ditransformasikan menjadi deret stasioner melalui pembedaan (*differencing*).

Model ARIMA musiman umumnya dirumuskan dengan notasi

ARIMA (p, q, d) (P, D, Q)^s
 dengan
 (p, d, q) = Bagian yang tidak musiman dari model
 (P, D, Q) = Bagian musiman dari model
 s = Jumlah periode musiman.

Model ARIMA dapat dituliskan dalam persamaan regresi sebagai

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} - W_1 e_{t-1} - W_2 e_{t-2} - \dots - W_q e_{t-q} + e_t$$

Penelitian ini akan menganalisis dan menentukan bentuk optimum model ARIMA untuk memprakirakan curah hujan bulanan dalam kurun waktu dua tahun yang akan datang. Adapun manfaat penelitian ini adalah memperluas pengembangan keilmuan khususnya penerapan dalam bidang matematika statistika dan memperoleh model matematika curah hujan kota Bandung yang dapat dijadikan sebagai pembandingan terhadap model yang sudah ada.

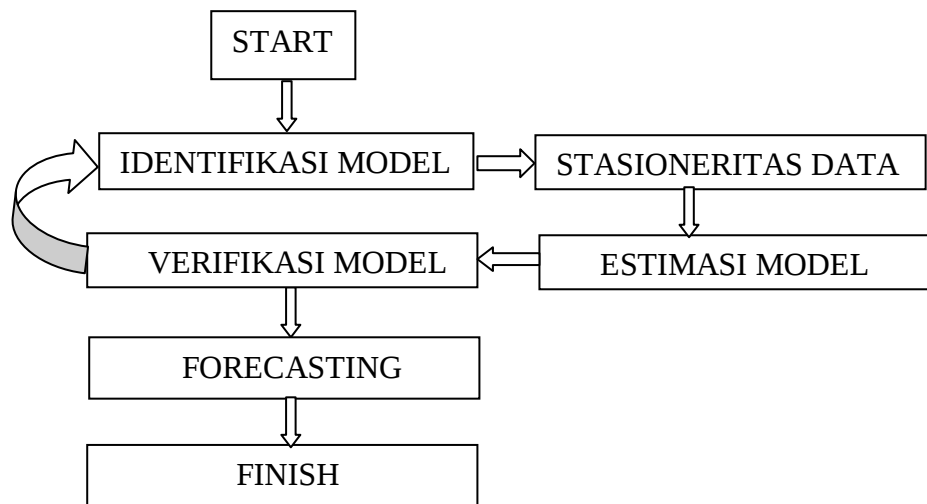
Pengolahan data untuk menyelesaikan pemodelan dan peramalan kuantitatif dibantu oleh beberapa *software* antara lain *SPSS*, *Minitab*, dan *Microsoft Excel*. Khusus untuk melakukan peramalan

dengan analisis runtun waktu dalam penelitian ini, digunakan *software minitab* karena *software* komputer ini mempunyai fasilitas lengkap untuk permasalahan ARIMA.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, data diperoleh melalui pengumpulan dari beberapa

sumber literatur dan dokumentasi BMG Kota Bandung. Data ini dianalisis dengan menggunakan analisis runtun waktu model ARIMA, mulai dari identifikasi model, stasioneritas data, estimasi model, verifikasi model, dan peramalan. Hal ini tergambar dalam diagram alir sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

Berikut tahapan pemodelan ARIMA,

1. Pengujian Kestasioneran Data

Data stasioner adalah data yang mempunyai rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu.

2. Identifikasi Model

Identifikasi model sementara dilakukan dengan membandingkan distribusi koefisien autokolerasi dan

koefisien autokolerasi parsial aktual dengan distribusi teoritis.

3. Estimasi Parameter Model

Sementara

Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan program komputer Minitab. Uji Hipotesis juga dilakukan untuk mengetahui signifikansi sebuah parameter.

H_0 : Parameter = 0

H_1 : Parameter $\neq 0$

$$t_{hitung} = \frac{\text{Parameter Estimasi}}{SE \text{ Parameter Estimasi}}$$

Pengambilan keputusan : Tolak

H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, (n-1)}$

4. Verifikasi Model

Pengujian kelayakan model dapat dilakukan dengan beberapa cara :

a. *Overfitting* dilakukan apabila diperlukan model yang lebih luas.

b. Menguji residual (*error term*).

Secara sistematis residual dapat dihitung dengan cara mengurangi data hasil ramalan dengan data asli. Pemilihan model dalam metode ARIMA dilakukan dengan mengamati distribusi koefisien autokorelasi dan koefisien autokorelasi parsial.

1). Koefisien Autokorelasi

Koefisien korelasi menunjukkan arah dan keeratan hubungan dua variasi sehingga menggambarkan apa yang terjadi pada satu variabel bila terjadi perubahan pada variabel yang lain. Untuk menguji signifikansi suatu

koefisien autokorelasi,

digunakan rumus

$$-Z_{\alpha/2} \cdot Se_{r_k} \leq r_k \leq Z_{\alpha/2} \cdot Se_{r_k}$$

dengan $Se_{r_k} = \frac{1}{\sqrt{n}}$,

n = jumlah data,

r_k = koefisien korelasi

dengan *time lag* k ,

Se_{r_k} = kesalahan standar

(*standard error*) dari r_k ,

$Z_{\alpha/2}$ = nilai distribusi normal.

Suatu koefisien autokorelasi disimpulkan tidak berbeda secara signifikan dari nol apabila nilainya terletak di antara rentang nilai tersebut dan sebaliknya.

2). Autokorelasi Parsial

Koefisien autokorelasi parsial mengukur tingkat keeratan hubungan antara X_t dengan X_{t-k} , sedangkan pengaruh dari *time lag* 1, 2, 3, dan seterusnya sampai $k-1$ dianggap konstan (Metode Peramalan, 2008).

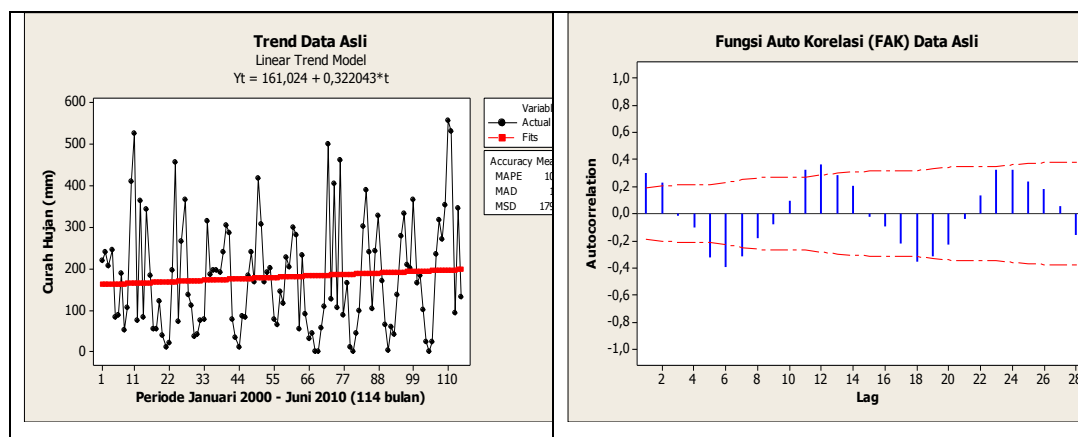
5. Menggunakan Model Terpilih untuk Peramalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan Kota Bandung sebanyak 114 buah dari Januari tahun 2001 sampai dengan Juni tahun 2010 diolah menggunakan *software minitab* sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Pengujian Stasioneritas Data

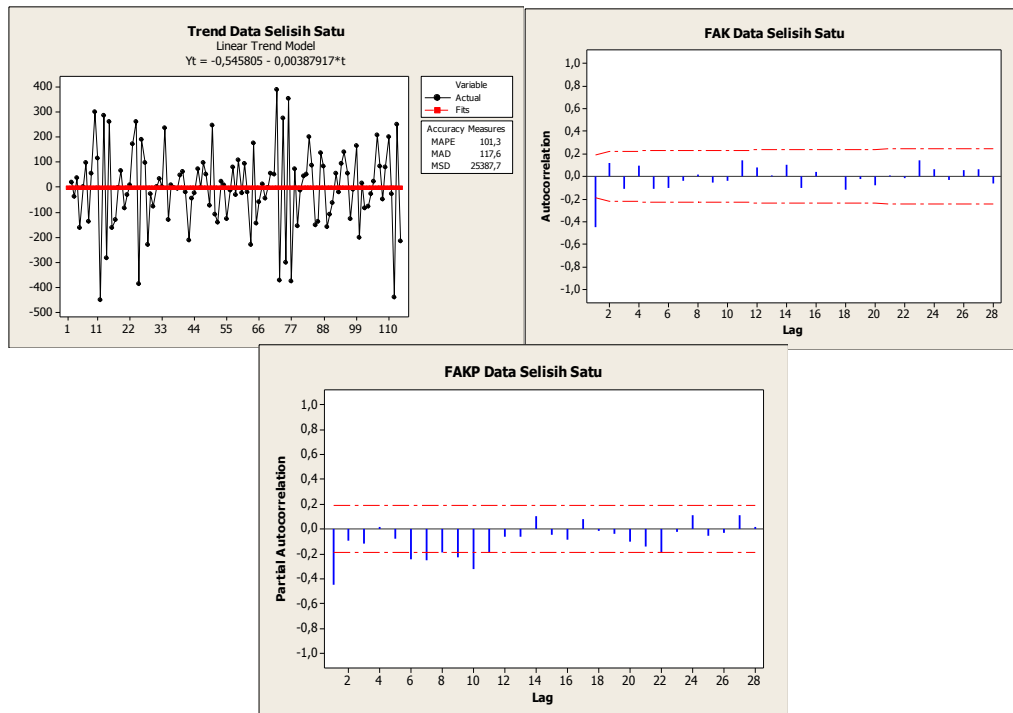
Untuk mengetahui kestasioneran data dilihat dari plot trend dan FAK data.



Gambar 2. Plot *Trend* dan Fungsi Autokorelasi Data Asli

Grafik *trend* data asli memperlihatkan adanya ketidakstasioneran data karena data mengalami pertumbuhan sepanjang sumbu waktu (fluktuasi data tidak stasioner pada nilai tengahnya). Demikian juga pada grafik FAK data asli memperlihatkan ketidakstasioneran data karena beberapa nilai autokorelasi pada *time-lag* 1, 2, dan 5 cukup signifikan dari nol. Begitu juga pada *time-lag*

yaitu r_k , signifikan dari nol untuk cukup besar. Oleh karena itu, setelah tahap ini, dilakukan *differencing* pada data dalam hal ini perbedaan pertama sehingga diperoleh data selisih satu yang grafiknya sebagai berikut.

Gambar 3. Plot *trend*, FAK, dan FAKP Data Selisih Satu

Grafik *trend* data selisih satu menunjukkan stasioneritas data pada nilai tengahnya karena grafik terlihat horisontal sepanjang sumbu waktu. Grafik FAK menuju nol setelah lag 1. Nilai autokorelasi setelah lag 1 tidak berbeda secara signifikan dari nol atau berada di dalam batas signifikansi nilai autokorelasi sehingga menunjukkan stasioneritas data. Dalam hal ini, batas signifikansi nilai autokorelasi r_k , adalah

$$-0,184 \leq r_k \leq 0,184.$$

Nilai $r_1 = -0,446$ berada di luar batas signifikansi autokorelasi, yang berarti ada hubungan yang erat antarvariabel yang periodenya berurutan. Hal ini

menunjukkan suatu pola bagi pemodelan deret waktu selisih satu ini.

2. Identifikasi Model Sementara

Grafik FAKP data selisih satu memperlihatkan nilai autokorelasi parsial menurun secara *eksponensial* dari lag 1 sampai lag 4. Hal ini menunjukkan adanya pola MA (*Moving Average*) berorde satu, MA(1) yang tidak musiman. Orde MA diasumsikan dari nilai r_1 yang berada di luar batas signifikansi autokorelasi. Pola musiman masih terlihat pada nilai-nilai autokorelasi data selisih satu sehingga

memperkuat adanya proses MA(1) yang musiman. Ada satu nilai autokorelasi parsial yang sangat signifikan yaitu pada lag 1 sehingga diasumsikan adanya pola AR (*Autoregresi*) berorde satu atau AR(1) tidak musiman. Berdasarkan hal ini, model sementara adalah ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹², dengan d = D = 1, dan s = 12.

3. Estimasi Parameter Model Sementara

Untuk mengestimasi parameter pada model sementara, langkah pertama

adalah menguraikan model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² menjadi berbentuk

$$(1-\phi_1B)(1-B)(1-B^{12})X_t = (1-W_1B)$$

$$(1-\psi_1B^{12})e_t \text{ dengan}$$

$$(1-\phi_1B) = \text{AR (1) tidak musiman}$$

$$(1-B) = \text{pembedaan tidak musiman}$$

$$(1-B^{12}) = \text{pembedaan musiman}$$

$$(1-W_1B) = \text{MA (1) tidak musiman}$$

$$(1-\psi_1B^{12}) = \text{MA (1) musiman}$$

Model di atas melibatkan tiga parameter yaitu ϕ_1 sebagai AR(1) tidak musiman, W_1 sebagai MA(1) tidak musiman dan ψ_1 sebagai MA(1) musiman. Dengan bantuan program minitab, hasil estimasi tiga parameter ini diperoleh sebagai berikut.

MODEL ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹²

Estimates at each iteration					
Iteration	SSE		Parameters		
0	4126366	0,100	0,100	0,100	-0,934
1	2888149	-0,050	0,250	0,168	-0,518
2	2685940	0,035	0,400	0,189	-0,330
3	2456056	0,103	0,550	0,216	-0,102
4	2179065	0,138	0,700	0,257	0,186
5	1812646	0,098	0,850	0,339	0,566
6	1479197	-0,020	0,962	0,489	0,637
7	1322490	-0,097	1,005	0,639	0,460
8	1234181	-0,128	1,019	0,789	0,526

Unable to reduce sum of squares any further

Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE Coef	T	P	
AR 1	-0,1276	0,1050	-1,22	0,227	
MA 1	1,0190	0,0277	36,85	0,000	
SMA 12	0,7889	0,0967	8,16	0,000	
Constant	0,52640	0,04829	10,90	0,000	

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12
 Number of observations: Original series 114, after differencing 101
 Residuals: SS = 1052996 (backforecasts excluded)
 MS = 10856 DF = 97

4. Verifikasi Model

a. Signifikasi Koefisien (Parameter)

Signifikasi koefisien setiap parameter dapat dilihat pada tabel estimasi akhir dari parameter (*final estimates of parameters*). Untuk pola (*type*) AR(1), hasil minitab menunjukkan bahwa nilai koefisiennya $-0,1276$; koefisien kesalahan standar (*standard error coefisien*) $0,1050$; nilai statistik $t_{hitung} = -1,22$. Demikian seterusnya untuk pola-pola lainnya. Jika dibandingkan dengan pola-pola lainnya, pola AR(1) memiliki nilai koefisien yang paling kecil dan nilai koefisien kesalahan standar yang paling besar. Hal ini menunjukkan lemahnya peran pola ini terhadap model. Untuk memperkuat dugaan ini, dilakukan estimasi parameter dengan uji statistik t .

b. Pengujian Statistik t

Uji signifikan ϕ_1

$H_0 : \phi_1 = 0, H_1 : \phi_1 \neq 0, t_{hitung} = -1,22$.

Dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh t_{tabel} adalah $t_{\alpha/2, (n-1)} = t_{0,025; 113} = 1,658$.

Pengambilan keputusan: $|t_{hitung}| = 1,22 < t_{0,025; 131} = 1,658$ maka H_0 diterima.

Simpulan ϕ_1 tidak signifikan terhadap model.

Uji signifikan W_1

$H_0 : W_1 = 0, H_1 : W_1 \neq 0, t_{hitung} = 36,85$.

Dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh t_{tabel} adalah $t_{\alpha/2, (n-1)} = t_{0,025; 113} = 1,658$.

Pengambilan keputusan: $|t_{hitung}| = 36,85 > t_{0,025; 131} = 1,658$ maka H_0 ditolak.

Simpulan W_1 signifikan terhadap model.

Uji signifikan ψ_1

$H_0 : \psi_1 = 0, H_1 : \psi_1 \neq 0, t_{hitung} = 8,16$.

Dengan $\alpha = 5\%$, diperoleh t_{tabel} adalah $t_{\alpha/2, (n-1)} = t_{0,025; 113} = 1,658$.

Pengambilan keputusan: $|t_{hitung}| = 8,16 > t_{0,025; 131} = 1,658$ maka H_0 ditolak.

Simpulan ψ_1 signifikan terhadap model.

Berdasarkan simpulan dari uji signifikasi parameter pada model, parameter pertama ϕ_1 yang menunjukkan AR(1) tidak signifikan terhadap model, sedangkan parameter yang lain signifikan. Oleh karena itu, parameter ϕ_1 dihilangkan dari model

sehingga model menjadi ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹².
Proses estimasi ulang untuk parameter pada model terakhir ini harus dilakukan. Dengan bantuan minitab, diperoleh hasil estimasi sebagai berikut.

ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹²

Estimates at each iteration				
Iteration		SSE	Parameters	
0	3684654	0,100	0,100	-1,038
1	3075389	0,250	0,142	-0,657
2	2605568	0,400	0,188	-0,289
3	2232414	0,550	0,240	0,069
4	1927690	0,700	0,307	0,405
5	1662610	0,850	0,409	0,644
6	1432577	0,973	0,559	0,548
7	1338031	0,996	0,709	0,480
8	1229643	0,988	0,859	0,329
9	1213748	1,009	0,879	0,309
10	1213683	1,008	0,945	0,363
11	1200744	1,006	0,930	0,350
12	1196736	1,005	0,930	0,343
13	1193618	1,003	0,930	0,337
14	1191652	1,001	0,929	0,330
15	1191035	0,998	0,929	0,322

Unable to reduce sum of squares any further

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
MA	1	0,9980	0,0146	68,25	0,000
SMA	12	0,9293	0,0654	14,21	0,000
Constant		0,3219	0,1038	3,10	0,003

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12
Number of observations: Original series 114, after differencing 101
Residuals: SS = 941707 (backforecasts excluded)
MS = 9609 DF = 98

Dengan cara yang sama dalam pengujian signifikasi parameter, diperoleh bahwa parameter W_1 dan ψ_1 pada model terakhir signifikan terhadap model. Jadi, model ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹² adalah model yang cukup baik.

c. Overfitting

Dalam verifikasi model, perlu dimunculkan model-model yang lebih luas (*overfitting*) kemudian dipilih model yang paling sederhana sebagai penerapan prinsip PARSIMONI. Misalnya, dimunculkan model ARIMA (0,1,1)(1,1,1)¹² yang memuat

parameter untuk AR(1) yang signifikan terhadap model musiman dan model ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹². Untuk (1,1,1)(1,1,1)¹² yang memuat model-model ini, diperoleh estimasi parameter untuk AR(1) tidak sebagai berikut.

musiman sekaligus yang musiman,
selain dua parameter W_1 dan ψ_1

ARIMA (0,1,1)(1,1,1)¹²

Estimates at each iteration					
Iteration	SSE		Parameters		
0	3950982	0,100	0,100	0,100	-0,934
1	3253204	0,072	0,250	0,128	-0,724
2	2729458	0,154	0,400	0,265	-0,353
3	2307145	0,221	0,550	0,400	-0,019
4	1954190	0,264	0,700	0,530	0,255
5	1636376	0,267	0,850	0,667	0,445
6	1466184	0,224	0,924	0,742	0,456
7	1374430	0,149	0,965	0,770	0,463
8	1270217	0,018	0,960	0,841	0,474
9	1209231	-0,083	0,998	0,895	0,421
10	1173834	-0,045	0,997	0,935	0,469
11	1172750	-0,047	0,997	0,932	0,474
12	1172550	-0,048	0,997	0,932	0,474
13	1172460	-0,048	0,997	0,932	0,474
14	1172452	-0,048	0,997	0,932	0,473
15	1172452	-0,048	0,997	0,932	0,473

Relative change in each estimate less than 0,0010

Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE Coef	T	P	
SAR 12	-0,0476	0,1135	-0,42	0,676	
MA 1	0,9968	0,0301	33,14	0,000	
SMA 12	0,9316	0,0712	13,09	0,000	
Constant	0,47321	0,08031	5,89	0,000	

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12
 Number of observations: Original series 114, after differencing 101
 Residuals: SS = 921560 (backforecasts excluded)
 MS = 9501 DF = 97

ARIMA (1,1,1)(1,1,1)¹²

Estimates at each iteration					
Iteration	SSE		Parameters		
0	4425227	0,100	0,100	0,100	-0,840
1	3007829	-0,050	0,049	0,250	-0,800
2	2791137	0,036	0,064	0,400	-0,536
3	2544029	0,104	0,076	0,550	-0,247
4	2243850	0,139	0,093	0,700	0,091
5	1839545	0,099	0,132	0,850	0,434
6	1573422	0,022	0,164	0,923	0,501
7	1509922	-0,044	0,163	0,991	0,407
8	1289379	-0,138	0,121	0,979	0,274
9	1172187	-0,143	-0,029	0,983	0,552
10	1154947	-0,138	-0,040	1,002	0,524
11	1150482	-0,149	-0,030	1,001	0,533

```

12 1150277 -0,165 -0,030 1,000 0,933 0,578
13 1146221 -0,169 -0,039 0,998 0,931 0,607
14 1143204 -0,171 -0,049 0,997 0,931 0,632
15 1142010 -0,171 -0,050 0,995 0,932 0,627
16 1141152 -0,172 -0,055 0,994 0,931 0,632
17 1140833 -0,172 -0,059 0,993 0,931 0,636
18 1140805 -0,173 -0,060 0,992 0,931 0,636
Unable to reduce sum of squares any further

```

```

Final Estimates of Parameters
Type      Coef  SE Coef  T      P
AR 1      -0,1727 0,1001  -1,73 0,087
SAR 12    -0,0602 0,1146  -0,53 0,600
MA 1       0,9924 0,0136  72,92 0,000
SMA 12     0,9308 0,0738  12,61 0,000
Constant  0,63618 0,06150  10,34 0,000

```

```

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12
Number of observations: Original series 114, after differencing 101
Residuals:  SS = 893794 (backforecasts excluded)
             MS = 9310  DF = 96

```

Dari pengujian signifikansi parameter diperoleh bahwa parameter untuk pola AR(1) musiman tidak signifikan terhadap model ARIMA (0,1,1)(1,1,1)¹² karena $|t_{hitung}|$ yaitu 0,42; lebih kecil dari t_{tabel} yaitu 1,658. Demikian pula pada model ARIMA (1,1,1)(1,1,1)¹², $|t_{hitung}|$ pola AR(1) musimannya yaitu 0,53.

Jadi, baik pada model ARIMA (0,1,1)(1,1,1)¹² maupun model ARIMA (1,1,1)(1,1,1)¹² parameter yang menunjukkan pola AR(1) musiman tidak signifikan terhadap model, sedangkan parameter yang menunjukkan pola AR(1) tidak musiman pada model ARIMA (1,1,1)(1,1,1)¹² signifikan terhadap model. Namun, ketika model ARIMA (1,1,1)(0,1,1)¹² diestimasi,

parameter yang menunjukkan pola AR(1) yang tidak musiman tidak signifikan terhadap model (lihat verifikasi model pertama). Jadi, model yang optimum dengan perbedaan pertama dan derajat AR maupun MA masing-masing satu (baik musiman ataupun tidak musiman) adalah ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹².

Model berikutnya adalah ARIMA (2,1,1)(0,1,1)¹², ARIMA (0,1,1)(2,1,1)¹², atau ARIMA (2,1,1)(2,1,1)¹². Ketiganya kurang tepat karena minimal ada satu parameter yang tidak signifikan terhadap model yang bersangkutan. Demikian pula jika derajat MA diubah menjadi dua (baik yang tidak musiman maupun yang musiman),

diperoleh minimal satu parameter yang tidak signifikan terhadap model. Jadi, tidak ditemukan model yang optimum dengan menaikkan derajat AR dan MA menjadi dua.

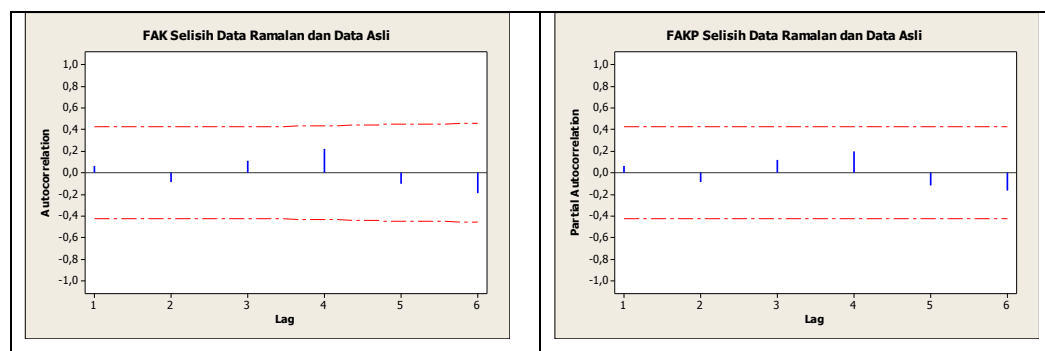
c. Pengujian Residual (*error term*)

Hasil Ramalan

Pada bagian akhir verifikasi dilakukan pengujian nilai-nilai residual yang diperoleh dengan cara mengurangi data hasil ramalan dengan data asli. Setelah nilai residual diketahui, dilakukan perhitungan nilai koefisien autokorelasi dari nilai residual tersebut. Jika nilai-nilai koefisien korelasi dari residual untuk berbagai

timelag tidak berbeda secara signifikan dari nol, model dianggap memadai untuk dipakai sebagai model peramalan.

Data hasil ramalan yang digunakan dimulai dari periode Juli 2010 sampai Juni 2012 sehingga penghitungan nilai residual diperoleh dari selisih data hasil ramalan ini dengan data asli periode Juli 2008 sampai Juni 2010. Pada gambar di bawah ini, ditunjukkan nilai sisa (residual) model tidak adanya autokorelasi dan parsial yang signifikan. Jadi, model ARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹² adalah model yang sesuai dengan data asli.



Gambar 4. Plot FAKP Data Residual

5. Peramalan

Berdasarkan model optimum ARIMA(0,1,1)(0,1,1)¹² diperoleh

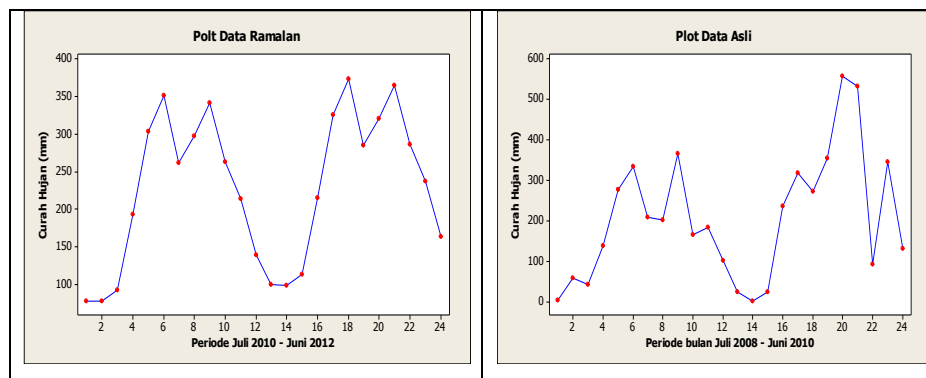
prakiraan curah hujan Kota Bandung untuk Juli tahun 2010 sampai Juni tahun 2012, yaitu

Tabel 1. Hasil Prakiraan Curah Hujan Kota Bandung (mm)

BULAN	TAHUN		
	2010	2011	2012
Januari		261,255	284,181
Februari		297,257	320,505
Maret		340,928	364,498
April		262,473	286,365
Mei		213,104	237,318
Juni		139,231	163,767
Juli	78,060	99,056	
Agustus	76,951	98,269	
September	91,668	113,307	
Oktober	192,544	214,505	
November	302,993	325,275	
Desember	350,483	373,088	

Visualisasi hasil prakiraan curah hujan Kota Bandung ini disajikan dalam bentuk kurva dan disajikan pula kurva data asli dua tahun

terakhir (periode bulan Juli 2008 hingga bulan Juni 2010) pada gambar 5.



Gambar 5. Plot Data Ramalan dan Data Asli

Grafik FAK dan FAKP data asli belum memberikan model yang baik karena data tidak stasioner pada nilai tengahnya. Oleh karena itu, dilakukan *differencing* atau pembedaan pertama sehingga diperoleh data selisih satu. Pada data

selisih satu, diperoleh model sementara $ARIMA(1,1,1)(0,1,1)^{12}$. Dalam pengujian parameter, diperoleh bahwa parameter yang menunjukkan $AR(1)$ tidak signifikan terhadap model. Dengan demikian, dilakukan

pengubahan model dengan menghilangkan faktor AR(1) tidak musiman sehingga model menjadi ARIMA(0,1,1)(0,1,1)¹². Setelah dilakukan pengujian ulang pada hasil estimasi parameter model terakhir, diperoleh simpulan bahwa model ini cukup baik untuk meramal data yang akan datang.

Simpulan yang sama diperoleh setelah dilakukan *overfitting* dan penerapan prinsip PARSIMONI dengan memunculkan model ARIMA (0,1,1)(1,1,1)¹², ARIMA (1,1,1)(1,1,1)¹², ARIMA (2,1,1)(0,1,1)¹², ARIMA (0,1,1)(2,1,1)¹², dan ARIMA (2,1,1)(2,1,1)¹². Demikian juga setelah dilakukan pengujian nilai residual yang dihitung dari selisih data ramalan periode Juli 2010 sampai Juni 2012 dengan data asli periode Juli 2008 sampai Juni 2010.

Curah hujan tertinggi di Kota Bandung pada periode Juli sampai Desember 2010 terjadi pada Desember, yaitu 350,483 mm dan curah hujan terendah terjadi pada Agustus yaitu 76,951 mm. Pada tahun 2011 curah hujan tertinggi terjadi pada Desember yaitu 373,088

mm dan curah hujan terendah terjadi pada Agustus 98,269 mm. Pada periode Januari sampai Juni 2012, curah hujan tertinggi terjadi pada Maret yaitu 364,498 mm dan curah hujan terendah terjadi pada Juni, yaitu 163,767 mm.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari proses penelitian dengan metode ARIMA pada data curah hujan Kota Bandung periode Januari 2001 hingga Juni 2010 (114 bulan) disimpulkan bahwa

1. model yang optimum untuk meramalkan curah hujan Kota Bandung dua tahun yang akan datang (periode Juli 2010 hingga Juni 2012) adalah ARIMA(0,1,1)(0,1,1)¹²;
2. curah hujan yang paling tinggi terjadi pada Desember, sedangkan curah hujan yang paling rendah pada Agustus;
3. tingkat akurasi hasil ramalan curah hujan ini masih perlu dikembangkan dengan penelitian lebih lanjut, seperti

modifikasi model yang diharapkan lebih sesuai dengan kondisi curah hujan di Kota Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandung dalam Angka Tahun 2003, www.bandung.go.id/images/download/2003bda_bab01.pdf
- Jabar Dalam Angka Tahun 2004, 2005, 2006, www.bapeda-jabar.go.id/bapeda_design/docs/jabarangka/20071210_084515.pdf
- Prawirowardoyo, Susilo: *Meteorologi*, ITB, Bandung, 1996.
- Makridakis, Spyros: *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga, Jakarta, 1998.
- Musim Hujan Berakhir Mei, <http://bataviase.co.id/node/153261>, Minggu 7 November 2010, 13:50.
- Masa Depan Iklim dan Cuaca, <http://www.scribd.com/doc/18769080/Masa-Depan-Iklim-dan-Cuaca>, Minggu 7 November 2010, 14:02.
- Pujiati, A : *Perbandingan Metode Peramalan Untuk Deret Waktu Musiman*, Pasca Sarjana Jurusan Statistika – FMIPA ITS, blog.its.ac.id/.../perbandingan-metode-peramalan-untuk-deret-waktu-musiman.pdf.
- Mulyana, *Pemodelan Debit Air Sungai Studi Kasus Das Cikapundung*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008, Universitas Lampung, 17-18 November 2008.
- Lestari, Budi : *Pemodelan dan Peramalan Banyaknya Hari Hujan Di Jember Dengan Proses Arma*, Majalah Matematika dan Statistika, Volume 1, No. 1, Oktober 2000 : 61-72.
- Wijaya, Arif : *Memprediksi Temperatur Udara Per bulan di Jakarta Dengan Menggunakan Metode ARIMA*, Jurusan Ganda Teknik Informatika & Statistika Universitas Bina Nusantara 2008. www27.indowebster.com/download/hp?...Memprediksi+temperatur+udara+menggunakan+ARIMA.
- Sugiarto, dkk., *Peramalan Bisnis*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2000.
- Metode Peramalan (Forecasting Method)*, <http://www.itelkom.ac.id/library/> : Wednesday, 22 October 2008 03:15.
- Sonjaya, Irman dkk: *Uji aplikasi HyBMG versi 2.0 untuk Prakiraan Curah Hujan Pola Monsunal, Ekuatorial, dan Lokal*, Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, volume 5, No. 3, September 2009. http://docs.google.com/viewer?aq=v&q=cache:VnrHu_p67EkJ:Iklim.bmg.go.id/artikel/hybm2.pdf.uji , Sabtu 20 November 2010, 08:22.
- PSW, Anugerah : *Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Metode Deret Berkala Box-Jenkins ARIMA sebagai Metode Peramalan Curah Hujan*, UNNES, Semarang, 2007. <http://webcache.googleusercontent.com>

nt.com/search?q=cache:DJasyisCkN8J:digilib.unnes.ac.id/hal1-109_anugerah_doc, Jumát 19 November 2010, 11:22.

Mauludiyanto, Achmad, dkk : *Pemodelan Varima dengan Efek Outlier terhadap Data Curah Hujan, Jurusan Teknik Elektro, ITS, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009(SNATI 2009)*, Yogyakarta, 20 Juni 2009. <http://docs.google.com/viewer?av&q=cache:WqMt7L8RzAkJ:journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article>, Sabtu 20 November 2010, 08:22.

Warsito, Budi dkk., *Prediksi Curah Hujan Kota Semarang dengan*

Feedforward Neural Network Menggunakan Algoritma Quasi Newton BFGS dan Levenberg-Marquardt,

http://docs.google.com/viewer?av&q=cache:FMCH19ihd1IJ:prints.undip.ac.id/518/1/hal46-52_budi_warsito_dkk_doc, Jumát 19 November 2010, 11:50.

Syahbuddin, Haris dan Tri Nandar Wihendar : *Anomali Curah Hujan Periode 2010-2040 di Indonesia*, 12 Februari 2007.

<http://docs.google.com/viewer?av&q=cache:UoLj1B6erOsJ:bali.tklimate.litbang.deptan.go.id/>, Jumát 19 November 2010, 11:35.

LAMPIRAN

Tabel 2. Data Asli

BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN GEOFISIKA KELAS I BANDUNG
Jl. Cemara No. 66, Bandung (40161)
Telp. (022) 2031881, Fax. (022) 2036212

Jumlah Curah Hujan Kota Bandung (mm)

BULAN	TAHUN									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Januari	219	364,8	72,1	195,6	168,2	299,9	127,5	240,9	208,5	353,3
Februari	240,9	81,4	265,6	191,2	416,7	282,3	405,7	103,3	200,5	557,1
Maret	206	344,1	365	240,8	307,7	53,4	105,4	242,4	365,7	531
April	244,3	183,1	136	304,8	166,9	232,6	462	327,1	165,6	93
Mei	83,1	55	111,7	286,5	190,6	89,5	88,6	171,2	183,8	345
Juni	87,5	54,1	37,4	76,2	201,6	32,2	164,1	65,3	101	131,9
Juli	187,2	121,8	40,5	34,4	76,3	45	11	3,6	24,2	
Agustus	52,3	37,9	74,7	11,4	64,2	-	-	58,6	0,5	
September	107	10,3	76,3	84,7	145,3	0,3	44,1	41,5	24	
Oktober	410,1	20,6	314,2	83,5	114,9	57,1	98,4	137	234,5	
November	526,4	196,2	185,9	184,4	225,8	109,3	301,7	277,3	318,2	
Desember	75,5	457,7	197,2	238,9	204,7	499,8	389,7	332,8	271,1	

**Tabel 3. Data Selisih Satu
Jumlah Curah Hujan Kota Bandung (mm)**

BULAN	TAHUN									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Januari	-	-385,6	-1,6	-70,7	95,2	-372,3	-148,8	240,9	-124,3	82,2
Februari	21,9	193,5	-4,4	248,5	-17,6	278,2	-137,6	103,3	-8	203,8
Maret	-34,9	99,4	49,6	-109	-228,9	-300,3	139,1	242,4	165,2	-26,1
April	38,3	-229	64	-140,8	179,2	356,6	84,7	327,1	-200,1	-438
Mei	-161,2	-24,3	-18,3	23,7	-143,1	-373,4	-155,9	171,2	18,2	252
Juni	4,4	-74,3	-210,3	11	-57,3	75,5	-105,9	65,3	-82,8	-213,1
Juli	99,7	3,1	-41,8	-125,3	12,8	-153,1	-61,7	3,6	-76,8	
Agustus	-134,9	34,2	-23	-12,1	-45	-11	55	58,6	-23,7	
September	54,7	1,6	73,3	81,1	0,3	44,1	-17,1	41,5	23,5	
Oktober	303,1	237,9	-1,2	-30,4	56,8	54,3	95,5	137	210,5	
November	116,3	-128,3	100,9	110,9	52,2	203,3	140,3	277,3	83,7	
Desember	261,5	11,3	54,5	-21,1	390,5	88	55,5	332,8	-47,1	