

**PERAMALAN CURAH HUJAN KOTA BANDUNG DENGAN
MENGUNAKAN METODE ANALISIS SPEKTRAL**

***FORECASTING RAINFALL IN BANDUNG USING SPECTRAL ANALYSIS
METHOD***

Endang Habinuddin, Agus Binarto, Euis Sartika

UP MKU Politeknik Negeri Bandung

endang.h@polban.ac.id, gus_binarto@yahoo.com, euis.sartika@polban.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan Analisis Spektral dengan periodogram pada data deret waktu curah hujan dapat memberikan informasi perioditas data. Dengan data curah hujan Kota Bandung periode Januari 2006 sampai dengan Desember 2015, diperoleh nilai periodogram terbesar $I(\omega) = 503086,2562$ pada frekwensi(ω) kesepuluh dan menghasilkan nilai periode $T = 12$ bulan. Dengan pola data deret waktu periodik, model peramalan untuk mempekirakan curah hujan Kota Bandung adalah SARIMA(0,1,1)¹²(0,1,1) dengan persamaan

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-12} - x_{t-13} + e_t - 0,6875e_{t-1} - 0,8386e_{t-12} + 0,5765e_{t-13}$$

Model ini memprediksi rata-rata curah hujan Kota Bandung kedepan yaitu maksimum terjadi pada bulan Desember dan minimum pada bulan Agustus.

Kata Kunci : *Analisis Spektral, SARIMA, Peramalan, Curah Hujan Kota Bandung*

ABSTRACT

The use of Spectral Analysis with periodograms on rainfall time series data can provide information of periodicity data. With Bandung rainfall data for the period of January 2006 to December 2015, the largest periodogram value $I(\omega) = 503086.2562$ was obtained at the frequency (ω) tenth and resulted in a value of $T = 12$ months. With the pattern of periodic time series data, the forecasting model for estimating rainfall in Bandung is SARIMA (0,1,1)¹²(0,1,1) with the equation:

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-12} - x_{t-13} + e_t - 0,6875e_{t-1} - 0,8386e_{t-12} + 0,5765e_{t-13}$$

This model predicts the average rainfall in Bandung in the future, which is maximum in December and minimum in August.

Keywords: *Spectral Analysis, SARIMA, Forecasting, Bandung Rainfall*

PENDAHULUAN

Kebutuhan informasi curah hujan untuk masa depan di suatu wilayah akan membantu kelancaran aktivitas yang terkait

dengan potensi wilayah, seperti pertanian, perkebunan, penerbangan, pariwisata, layanan umum, bencana alam. Informasi ini membantu berbagai manajemen sebagai

dasar-dasar perencanaan, pengawasan, dan pengambilan keputusan.

Kota Bandung sebagai ibu kota Jawa Barat memiliki posisi dan peran strategis dengan banyak potensi yang harus dikembangkan. Pengembangan potensi ini dipengaruhi oleh letak kota Bandung yang secara geografis berada di wilayah dengan iklim pegunungan yang lembab dan curah hujan tinggi.

Informasi curah hujan saat ini dapat diperoleh melalui media, tetapi untuk memprakirakannya atau meramalkannya banyak metode yang dapat digunakan. Secara umum, metode peramalan data seperti peramalan curah hujan didasarkan data deret waktu (*time series*) dan pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan data masa lalu. Metode ini menghasilkan suatu model deret waktu dari serangkaian pengamatan atau observasi terhadap peristiwa, kejadian, atau peubah yang diukur dalam urutan waktu, misalnya jam, harian, bulanan, tahunan, dan lain-lain.

Model deret waktu dapat dianalisis dengan menggunakan dua domain yaitu *domain* waktu dan domain frekuensi. Analisis dalam *domain* waktu yaitu berupa analisis yang menggunakan fungsi autokorelasi, fungsi autokorelasi parsial, dan autokovarians. Analisis pada *domain* frekuensi digunakan untuk analisis deret waktu yang dianggap akibat dari adanya komponen siklus pada frekuensi yang sulit diperoleh dalam domain waktu. Analisis

pada *domain* frekuensi ini dikenal dengan analisis spektral yang bertujuan untuk mendapatkan informasi lengkap dari ciri (*characteristic*) data deret waktu dari periodisitasnya.

Penelitian deret waktu telah dilakukan di antaranya *Peramalan Curah Hujan Kota Bandung dengan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* (Lusiani, 2011), *Peramalan Jumlah Wisatawan di Agrowisata Kusuma Batu Menggunakan Metode Analisis Spektral* (Maghfiroh, 2012) untuk memprediksi jumlah wisatawan di kota Malang, dan *Analisis Spektral dan Model ARIMA untuk Peramalan Jumlah Wisatawan di Dunia Fantasi Taman Impian Jaya Ancol* (Husnita, 2015) yang meneliti prakiraan jumlah pengunjung.

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana penerapan metode Analisis Spektral pada curah hujan dan prediksi curah hujan di kota Bandung.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan model dan menerapkan metode Analisis Spektral pada peramalan data deret waktu curah hujan di kota Bandung.

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah

1. pengembangan wawasan aplikasi keilmuan bidang matematika /statistika dalam kajian khususnya deret waktu *domain* frekuensi;

- diperolehnya model curah hujan di kota Bandung yang memberikan informasi ke depan untuk kepentingan-kepentingan pihak yang terkait dengan keadaan hujan di kota Bandung.

CURAH HUJAN

Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga unsur klimatologi. Hujan yang sampai ke permukaan tanah dapat diukur dengan mengukur tinggi air hujan tersebut berdasarkan volume air hujan per satuan luas. Hasil pengukuran tersebut dinamakan curah hujan. Banyaknya curah hujan ini dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Jika curah hujan dikatakan 1 mm, artinya air hujan yang jatuh pada permukaan datar seluas 1 meter persegi (m^2) setinggi 1 mm dengan tidak meresap, mengalir, ataupun menguap.

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Data curah hujan yang ada pada instansi terkait (BMKG) berbentuk data runtun waktu yang berbentuk musiman, yakni cenderung mengulangi pola tingkah gerak dalam periode musiman. Keadaan tersebut dapat diperhatikan dari curah hujan di kota Bandung untuk setiap bulannya atau rata-rata dalam setiap tahunnya. Data untuk rata-rata curah hujan Kota Bandung untuk lima tahun terakhir ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Curah Hujan Kota Bandung tahun 2011-2015

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Rata-rata(mm)	149,06	209,23	223,45	198,80	184,74

Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu adalah suatu metode kuantitatif untuk menentukan pola data masa lalu yang telah dikumpulkan secara teratur. Data ini berbentuk data harian, mingguan, bulanan, kuartal, dan tahunan. Analisis deret waktu adalah salah satu prosedur statistika yang ditetapkan untuk meramalkan struktur probalistik keadaan yang akan terjadi pada masa akan datang dalam pengambilan keputusan (Aswi dan Sukarna, 2006).

Analisis deret waktu didasarkan dua domain yaitu domain waktu dan domain frekuensi. Model dalam domain waktu antara lain *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan analisis menggunakan fungsi autokorelasi, autokorelasi parsial, dan autokovarians. Analisis pada domain frekuensi yaitu analisis deret waktu yang dianggap sebagai akibat dari adanya komponen siklus pada frekuensi berbeda yang sulit diperoleh dalam domain waktu. Berikut konsep dan metode dalam deret waktu.

Analisis Spektral

Analisis spektral merupakan suatu metode yang digunakan untuk analisis deret waktu pada domain frekuensi. Metode ini

merupakan analisis statistik berdasarkan konsep frekuensi yang secara visual digambarkan dengan spektrum. Analisis ini merupakan salah satu bentuk dari transformasi Fourier, yaitu bentuk deret waktu yang diuraikan ke dalam himpunan gelombang sinus atau cosinus pada berbagai frekuensi yang dapat digunakan untuk mencari periodisitas tersembunyi.

Konsep dasar analisis spektral yakni menghitung periodogram dan menggambarkan garis spektrum kuasanya (Wei, 2006). Data yang digunakan haruslah data yang stasioner, dan periodisitas data tersembunyi dari pada data deret waktu dilihat dari periodogramnya.

Periodogram

Periodogram merupakan fungsi spektrum kuasa atas frekuensinya. Untuk perioditas data, telaah dilakukan terhadap frekuensi yang berpasangan dengan titik-titik puncak garis spektrumnya. Persamaan periodogram dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$I(\omega_k) = \frac{n(a_k^2 + b)^2}{2} \quad (1)$$

dengan a_k dan b parameter koefisien deret Fourier, yaitu

$$a_k = \frac{1}{n} \left[\sum_{t=1}^n x_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{n}\right) \right], k=0 \text{ dan } k = \frac{n}{2} \text{ jika } n \text{ genap,}$$

$$b = \frac{2}{n} \left[\sum_{t=1}^n x_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{n}\right) \right], k = 1, 2, \dots, \left[\frac{n-1}{2} \right], \quad (2)$$

$$b_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n x_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{n}\right), k=1, 2, \dots, \left[\frac{n-1}{2} \right] \quad (3)$$

dengan $I(\omega_k)$: Periodogram ke k , ω_k : Frekuensi ke k . a_k : Parameter a koefisien Fourier, b_k : Parameter b koefisien Fourier, n : Jumlah pengamatan, x_t : data pengamatan pada waktu ke t , ω_k : Rad. 180, T : Waktu.

Stasioner, Autokorelasi, dan Autokorelasi Stasioneritas Data

Asumsi yang paling penting pada analisis deret waktu adalah stasioneritas data. Data yang stasioner adalah data yang nilai rata-rata dan variannya tidak mengalami perubahan secara sistematis sepanjang waktu atau yang memiliki rata-rata dan variannya konstan. Untuk melihat adanya stasioneritas tersebut, dapat dilihat dengan grafik atau plot *time series* menggunakan *Scatter Plot*. Grafik tersebut menjelaskan observasi dengan waktu. Jika terlihat memiliki rata-rata dan variansi konstan, data tersebut dapat disimpulkan stasioner.

Jika kondisi stasioner dalam rata-rata tidak terpenuhi, dilakukan proses pembedaan (*differencing*). Apabila kondisi stasioner dalam variansi tidak terpenuhi, dilakukan transformasi pangkat (*Power Transformation*) (Aswi dan Sukarna, 2006).

Tabel 2. Beberapa nilai λ dengan Transformasinya

Nilai λ (Lamda)	Transformasi
-1,0	$\frac{1}{Z_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0,0	$\ln Z_t$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t

Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial

Metode grafik dengan *Scatter Plot* memiliki kelemahan dalam objektivitas peneliti. Setiap peneliti memiliki pandangan yang bisa berbeda-beda sehingga dibutuhkan uji formal yang akan menguatkan keputusan

secara ilmiah. Salah satu uji formal tersebut adalah korelogram. Korelogram merupakan teknik identifikasi stasioner *data time series* melalui fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF).

ACF merupakan suatu ukuran yang menunjukkan keeratan hubungan antara nilai-nilai dari variabel yang diamati dan menyatakan lag ke k antara data ke t dengan data ke t-k. Fungsi ACF pada lag k dinyatakan oleh $\{ \rho_k, k = 1, 2, 3, \dots \}$ dan didefinisikan dengan rumus

$$\rho_k = \frac{cov(Z_t, Z_{t-k})}{\sqrt{var(Z_t)}\sqrt{var(Z_{t-k})}} = \frac{\rho_k}{\rho_0} \quad (5)$$

PACF adalah suatu fungsi yang menunjukkan besarnya korelasi parsial

antara pengamatan pada waktu ke-t (dinotasikan dengan Z_t) dengan pengamatan pada waktu-waktu yang sebelumnya (dinotasikan dengan $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k}$).

PACF pada lag k dinyatakan dengan $\{ \alpha_k; k = 1, 2, \dots \}$, dan didefinisikan dengan rumus

$$\alpha_k = \frac{1 - \rho_k}{1 - \rho_{k-1}} \quad (6)$$

Model Deret Waktu ARIMA

Model deret waktu ARIMA (*Autoregressive Intregated Moving Average*) secara umum dituliskan

$$(1 - \alpha_1 B - \dots - \alpha_p B^p)(1 - \beta_1 B - \dots - \beta_q B^q) a_t = (1 - \gamma_1 B - \dots - \gamma_d B^d) Z_t \quad (7)$$

dengan Z_t adalah data (observasi), a_t adalah residual model ARIMA, α_p adalah parameter model *autoregressive* ke-p, β_q adalah parameter model *moving average* ke-q (Aswi dan Sukarna, 2006).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

- 1) Dilakukan studi pustaka dengan topik terkait baik teori maupun terapan khususnya dengan penerapan pada peramalan curah hujan.
- 2) Dilakukan pendokumentasian data curah hujan dengan mengumpulkan data tidak langsung. Data yang digunakan adalah data curah hujan kota Bandung 2006 dan 2015 di Badan

Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Bandung.

musiman dan nonmusiman curah hujan, peramalan, dan prediksi curah hujan.

Analisis dan Simpulan

1. Dilakukan analisis spektral untuk menentukan periode dari data deret waktu dan komponen periodik tersembunyi dengan membuat periodogramnya.
2. Dilakukan Pengujian kestasioneren data dengan melakukan plot series data observasi, plot ACF serta PACF-nya. Langkah ini digunakan untuk mengidentifikasi model data deret waktu dan melihat kestasioneran data dalam *mean* dan varians.
3. Apabila data tidak stasioner dalam varians, dilakukan transformasi Box-Cox. Bila data tidak stasioner dalam *mean* atau rata-rata, dilakukan *differencing*.
4. Dilakukan pendugaan model ARIMA berdasarkan kestasioneran data dan informasi periodogram.
5. Dipilih model terbaik dengan menggunakan kriteria kesalahan model terkecil.
6. Dibuat peramalan atau prakiraan curah hujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan data curah hujan di kota Bandung tahun 2006 sampai dengan 2015 seperti pada tabel 3, dilakukan analisis spektral untuk mengetahui keadaan

Tabel 3. Data Curah Hujan Kota Bandung

Rata-Rata Bulanan Curah Hujan Kota Bandung 2006-2015										
Bulan	Curah Hujan (mm)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Januari	299,90	127,50	240,99	208,5	353,3	63	82,9	216,9	309	188
Februari	282,30	405,70	103,30	200,5	557,1	76,7	303,7	250	88,9	189,1
Maret	53,40	105,40	242,40	365,70	531	89,4	155,5	305	418,7	318,6
April	232,60	462,00	327,10	165,6	93	381,5	290,8	286	217,6	285,2
Mei	89,50	88,60	171,20	183,8	345	193,4	257,1	171	176,7	322,4
Juni	32,20	164,10	65,30	101	191,9	117,6	60,5	231,5	195,5	58,8
Juli	45,00	11,00	3,60	24,2	220,8	77,2	34,2	159	180,6	0,3
Agustus	0,00	0,00	58,60	0,5	220,8	3,1	0	74	119,8	6,9
September	0,30	44,10	41,50	24	424,4	102,8	27	172	0,6	43,2
Oktober	57,10	98,40	137,00	234,5	292,2	103,6	125	234	65	37,9
November	109,30	316,20	277,30	318,2	401,4	321,4	537	164	296,5	455
Desember	499,80	410,50	332,80	271,1	237,5	259	637	418	316,4	311,5
Rata-rata	174,8	174,8	174,8	174,8	322,4	149,06	209,2	223,45	198,775	174,8

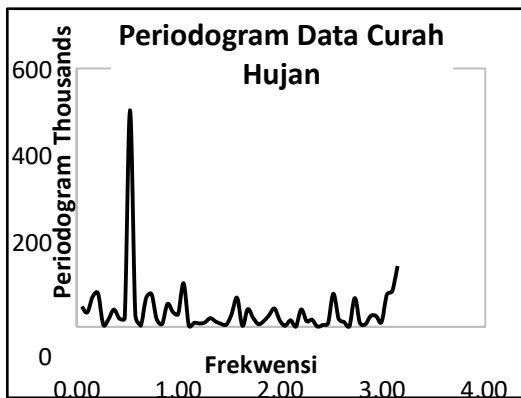
Analisis Spektral

Analisis Spektral digunakan untuk menentukan periodogram, yaitu dengan menghitung koefisien Fourier dan nilai periodogramnya dengan data curah hujan $n = 120$ (bulan), koefisien Fourier dan nilai periodogram dihitung untuk $k = 0, 1, 2, \dots, 60$. Nilai koefisien Fourier a_0 , a_k dan b_k dihitung dengan menggunakan rumus 2 dan 3 serta nilai periodogramnya I dengan rumus 1, diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Periodogram (I) Data Curah Hujan Bandung Tahun 2006-2015

k	ω	a	b	I(ω)
0	0,0000	195,7085	0,0000	4596218,0367
1	0,0524	-24,4494	-13,6008	46965,3283
2	0,1047	-4,0948	-23,1154	33065,2331
3	0,1571	-13,3936	31,3483	69726,4811
10	0,5236	82,9357	38,8129	503086,2565
11	0,5760	-2,4778	20,3596	25239,0933
12	0,6283	-6,1435	-2,1141	2532,7463
22	1,1519	3,0444	12,2493	9558,7892
23	1,2043	-10,5662	-3,9274	7624,2028
24	1,2566	-4,6337	-11,9270	9823,4273
26	1,3614	13,5211	4,4537	12159,3478
35	1,8326	-14,0113	5,0605	13315,5764
36	1,8850	20,8344	4,4588	27237,2965
39	2,0420	-5,9078	-1,1511	2173,6355
47	2,4609	2,3033	-10,9717	7540,9946
48	2,5133	-31,7160	-16,6524	76992,5556
49	2,5656	-16,6524	-4,1510	17671,9779
50	2,6180	9,8521	-9,2554	10963,6510
57	2,9845	-6,6889	-11,6330	10804,0730
59	3,0892	-34,2984	14,1327	82566,9454
60	3,1416	-34,2984	0,0000	141165,7881

Dengan nilai periodogram yang diperoleh pada tabel 4 tersebut, diperoleh periodogram data curah hujan gambar 1.



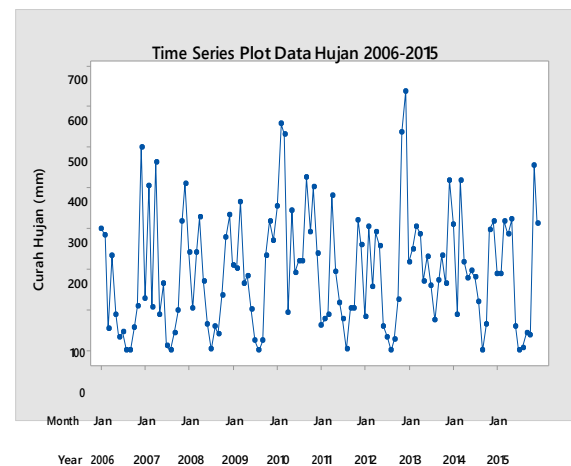
Gambar 1. Grafik Periodogram

Dengan memerhatikan periodogram Gambar 1, terdapat titik-titik puncak pada periodogram dan ada kestabilan titik periodogram dalam setiap frekuensi. Berdasarkan data tersebut, disimpulkan ada

keperiodikan pada periode tertentu mengenai data curah hujan di kota Bandung tahun 2006 sampai dengan 2015. Pada frekuensi kesepuluh, nilai periodogramnya ekstrem yaitu $I(\omega) = 503086,2565$ pada frekuensi kesepuluh dengan $\omega_{10} = 2\pi(10) / 120 = 0,5236$ sehingga diperoleh periode $T = 2\pi/\omega = 12,00$ bulan. Ini menunjukkan ada siklus data pada kurun tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan merupakan keadaan musiman (seasonal).

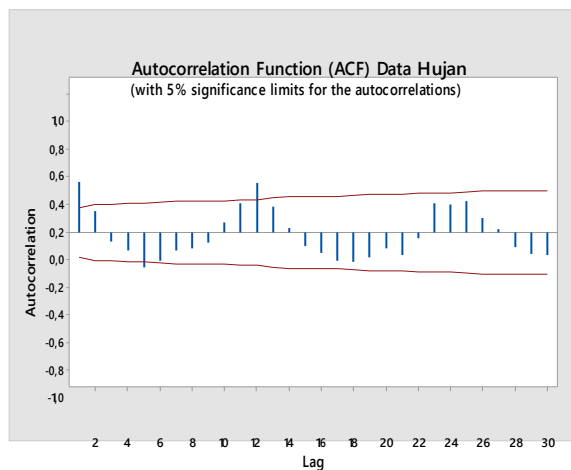
Kestasioneran Data

Kestasioneran data dapat dilihat dengan mengamati plot dari data asli (Z_t) dan plot fungsi Auto Korelasi (ACF) serta plot fungsi Auto Korelasi Parsial (PACF). Adapun gambar plot untuk dengan $t=1,2, \dots, 120$ ditunjukkan pada gambar 2 berikut

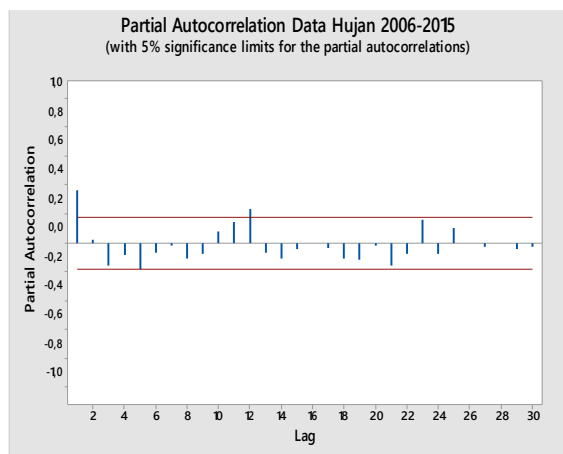


Gambar 2. Plot Data Curah Hujan Kota Bandung

Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa plot data berfluktuasi di sekitar nilai tertentu dan dapat dikatakan data sudah stasioner terhadap *mean*. Plot data ACF dan PACF ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.



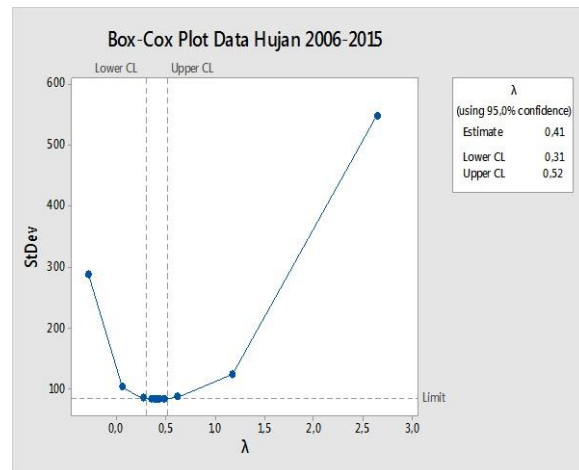
Gambar 3 Plot ACF Data Curah Hujan Kota Bandung



Gambar 4. Plot PACF Data Curah Hujan Kota Bandung

Plot ACF dan PACF data pada gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan bahwa lag-lag berpola sinusoidal. Lag-lag ini mengindikasikan bahwa pada data curah hujan, terdapat pengaruh musiman serta adanya korelasi yang kuat pada data. Akan tetapi, pada plot ACF dan PACF, terlihat beberapa nilai yang di luar batas selang kepercayaan antara lain pada lag 1,5, dan 12. Akibatnya, perlu dilakukan *differencing* terhadap musiman. Kestasioneran data

dalam varians ini selanjutnya diselidiki menggunakan plot transformasi Box Cox. Hasil transformasi Box Cox ditunjukkan pada gambar 5 berikut,



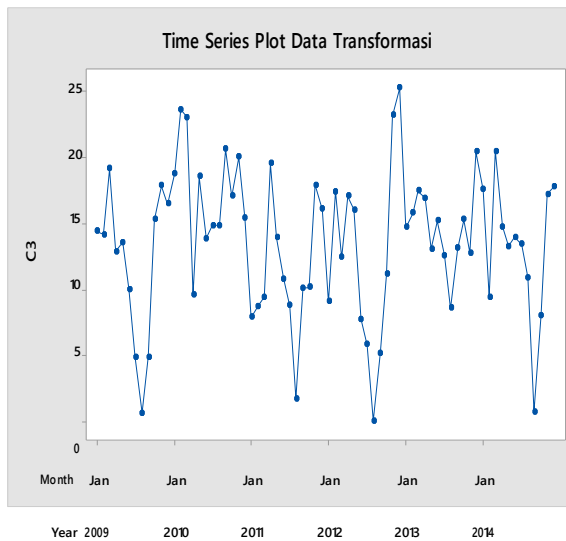
Gambar 5. Plot Box-Cox Data Curah Hujan Kota Bandung

Pada gambar 5, data dikatakan tidak stasioner dalam varians karena nilai *rounded value* (λ) = 0,52 yang tidak sama dengan 1. Data curah hujan di kota Bandung

perlu ditransformasikan terlebih dahulu dengan \sqrt{z} pada tabel 1. Dengan

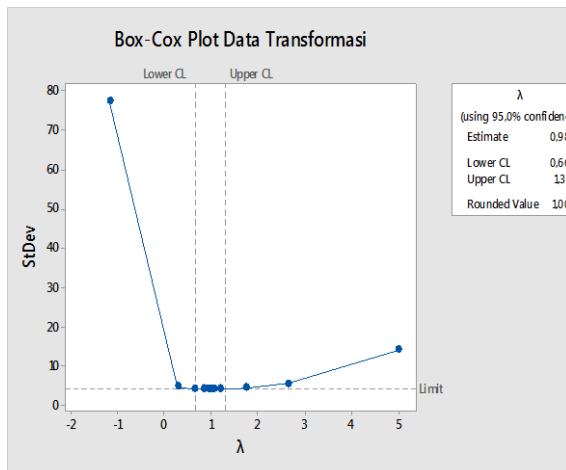
melakukan transformasi data observasi menjadi z , dilakukan *plot time series*,

ACF, PACF, dan nilai λ diperoleh hasil plot pada Gambar 6.



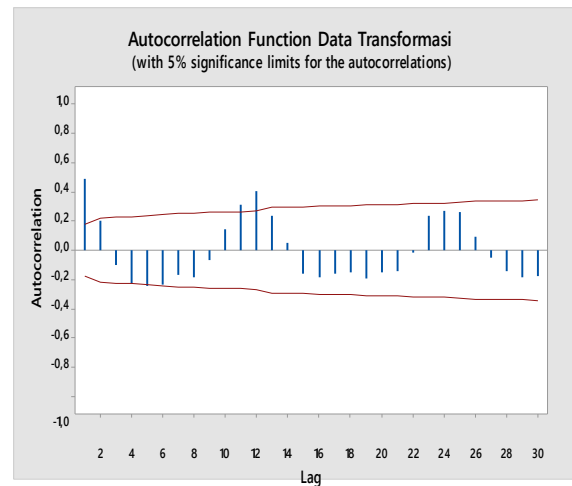
Gambar 6. Plot Data Transformasi Curah Hujan di kota Bandung

Pada gambar 6. ditunjukkan grafik data transformasi yang memiliki trend naik turun dan stabil. Hasil transformasi Box-Cox Plot ditunjukkan pada gambar 7

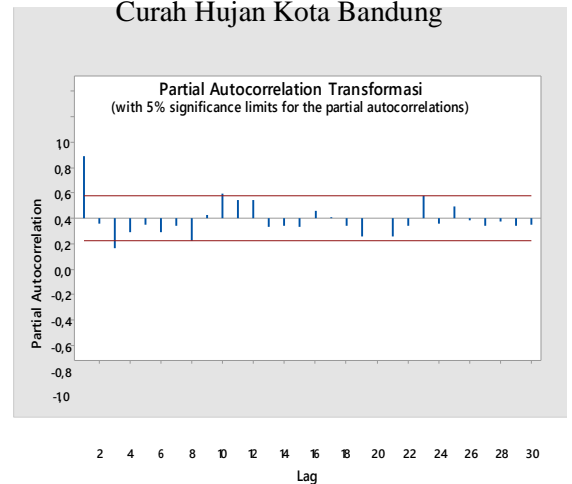


Gambar 7. Plot Box-Cox Data Transformasi

Pada gambar 7, diperoleh nilai *rounded value* (λ) = 1 sehingga data dikatakan stasioner kemudian dihitung ACF dan PACF. Hasil grafiknya ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9.

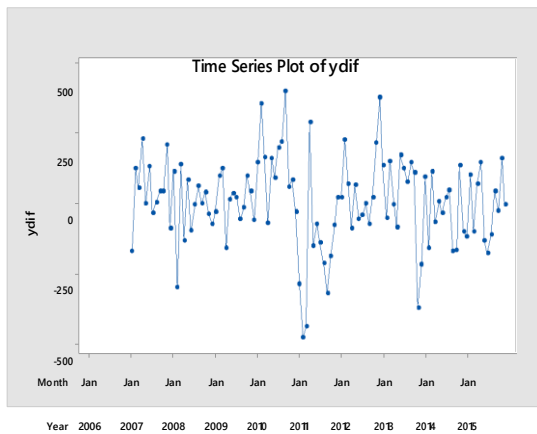


Gambar 8. Plot ACF Data Transformasi Curah Hujan Kota Bandung

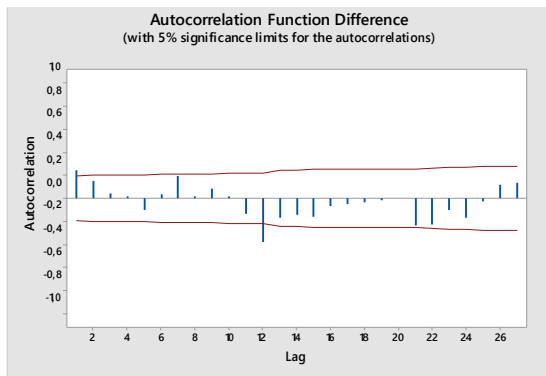


Gambar 9. Plot PACF Data Transformasi Curah Hujan Kota Bandung

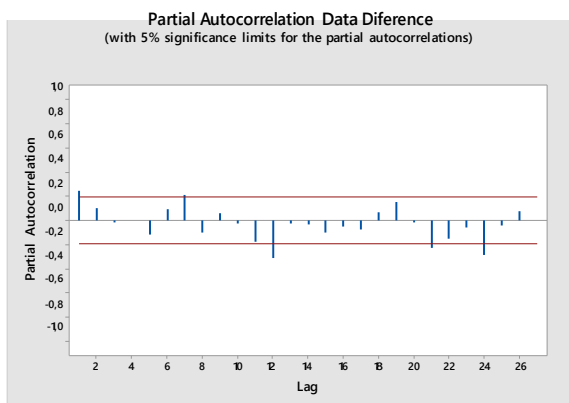
Berdasarkan gambar 8 dan gambar 9, data stasioner terhadap rata-rata dan varians, tetapi ada lag-lag signifikan yang nilai ACF dan PACF keluar dari selang kepercayaan yaitu lag ke 1, 3, 11, dan 12 sehingga perlu tahapan berikutnya yaitu *differencing*. Dengan melakukan *differencing* terhadap data curah hujan, diperoleh plot series data ACF, dan PACF *differencing* ditunjukkan pada gambar 10, 11, dan 12.



Gambar 10. Plot ACF Data Differencing Curah Hujan Kota Bandung



Gambar 11. Plot ACF Data Differencing Curah Hujan Kota Bandung



Gambar 12. Plot PACF Data Differencing Curah Hujan Kota Bandung

Setelah data *differencing* trend, data lebih stasioner. Akan tetapi, dengan melihat ACF dan PACF-nya, masih ada nilai yang keluar dari selang kepercayaan,

yaitu pada lag 7,12,21, dan 24. Dilihat nilai ACF dan PACF telah terjadi penurunan secara cepat dari harga sebelumnya.

Peramalan

Dengan memerhatikan analisis spektral yang menunjukkan adanya siklus musiman, kestasioneran data, dan lag-lag data yang keluar selang kepercayaan pada ACF serta PACF pada identifikasi data tersebut, selanjutnya dilakukan peramalan model runtun waktu ARIMA. Ada lima model runtun waktu dari ARIMA(p,d,q) yang memuat *seasonal* 12 bulan yang mungkin. Hal tersebut dilihat nilai ACF untuk p dan PACF untuk q.

Dengan melakukan model runtun yang mungkin di antaranya, diuraikan sebagai berikut.

1. ARIMA (1,1,1)(1,1,0)¹²

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,176	0,100	1,75	0,083
SAR 12	-0,4181	0,0947	-4,42	0,000
MA 1	0,9706	0,0381	25,48	0,000
Constant	-0,442	0,595	-0,74	0,460

Residual Sums of Squares

DF	SS	MS
103	2076033	20155,7

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	11,52	46,42	71,35	84,18
DF	8	20	32	44
P-Value	0,174	0,001	0,000	0,000

2. ARIMA(0,1,1)(0,1,1)¹²

Final Estimates of Parameters

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
MA 1	0,8675	0,0534	16,24	0,000
SMA 12	0,8386	0,0858	9,78	0,000
Constant	-0,271	0,464	-0,58	0,560

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12.

Residual Sums of Squares

DF	SS	MS
104	1482977	14259,4

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8,68	30,10	49,82	59,35
DF	9	21	33	45
P-Value	0,468	0,090	0,030	0,074

Diperoleh perbandingan pemodelan beberapa Arima dengan bantuan *software* Minitab seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Model ARIMA Curah Hujan

Model	MM
ARIMA(1,1,1) S(0,1,1) ¹²	14378,8
ARIMA(0,1,1) S(0,1,1) ¹²	14259,4
ARIMA(1,1,1) S(1,1,0) ¹²	20155,7
ARIMA(0,1,1) S(1,1,0) ¹²	20522,4
ARIMA(2,1,1) S(1,1,0) ¹²	25886,4

Dengan memerhatikan nilai MM terkecil, diperoleh model ARIMA untuk data curah hujan di Kota Bandung.

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-12} - x_{t-13} + e_t - 0,6875e_{t-1} - 0,8386e_{t-12} + 0,5765e_{t-13}$$

Hasil peramalan prediksi curah hujan untuk 12 bulan berdasarkan model yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Data Hasi Peramalan Curah Hujan Kota Bandung

Period (Tahun 2015)	Forecast	Actual
Januari	213,074	188,0
Februari	226,809	189,1
Maret	270,031	318,6
April	259,329	285,2
Mei	183,288	322,4
Juni	133,283	58,8
Juli	91,525	0,3
Agustus	51,106	6,9
September	76,795	43,2
Oktober	131,888	37,9
Nopember	293,801	455,0
Desember	371,134	311,5

Berdasarkan tabel 6, prediksi curah hujan Kota Bandung ke depan maksimum terjadi pada Desember dengan rata-rata curah hujan 371,134 mm dan minimum pada Agustus dengan curah hujan rata-rata 51,106 mm

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Analisis Spektral melalui periodogram menunjukkan perioditas data hujan tersembunyi dan musiman. Hal tersebut ditunjukkan pada data curah hujan

bahwa pada frekuensi kesepuluh, nilai periodogram maksimum bersesuaian dengan nilai periode $T = 12$ bulan. Analisis ini menunjukkan perioditas waktu hujan dan musiman.

2. Model deret waktu untuk memperkirakan hujan Kota Bandung adalah SARIMA(0,1,1)¹²(0,1,1) dengan persamaan

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-12} - x_{t-13} + e_t - 0,6875e_{t-1} - 0,8386e_{t-12} + 0,5765e_{t-13}$$

Model ini digunakan untuk memprediksi rata-rata curah hujan per bulan Kota Bandung ke depan. Diperoleh data bahwa hujan maksimum terjadi pada Desember dan minimum pada Agustus.

Dengan data yang sama, disarankan dilakukan penelitian dengan menggunakan metode analisis deret waktu yang lain sehingga akan terlihat model yang lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu Aplikasi dan Teori*. Makassar: Andira Publisher.
- Husnita dan Wahyuningsih. 2015. "Analisis Spektral dan Model ARIMA untuk Peramalan Jumlah Wisatawan di Dunia Fantasi Taman Impian Jaya Ancol", *Jurnal Eksponensial*, Volume 6, Nomor 1, Mei 2015, ISSN 2085-7829.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Kota Bandung dalam Angka 2015*. Bandung.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Kota Bandung dalam Angka 2016*. Bandung.

Jawa Barat dalam Angka 2007, Badan Pusat Statistik Kota Bandung.

Lusiani dan Habinuddin. 2011. "Pemodelan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Curah Hujan di Kota Bandung", *Sigma-MU*, Vol 3, No.2, September 2011. Bandung; Polban.

Maghfiroh dan Hartatiati, Nuri Wahyuningsih. 2012. "Peramalan Jumlah Wisatawan di Agrowisata Kusuma Batu Menggunakan Metode Analisis Spektral", *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 1, No. 1, September 2012) ISSN: 2301-928X.

Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Copyright Addison Wesley Publishing Company, USA.