

ISSN 0852 7733



# REKAYASA

Jurnal Sipil dan Perencanaan

*Ahmad Zakaria*  
**Pemodelan Periodik dan Stokastik Curah Hujan Harian dari Wilayah Pringsewu.**

*Iswan, Lusmeilia Afriani, Armen Febri*  
**Pengaruh Kuat Tekan dan Kuat Geser Sampel Dryside of Optimum (Kering Optimum) dan Wetside of Optimum (Basah Optimum) pada Tanah Lempung.**

*Margaretta Welly*  
**Analisa Karakteristik Hujan di Kota Bandar Lampung.**

*Rahayu Sulistyorini, Dwi Herianto, Intan Bonita Lumban Gaol*  
**Analisis Kinerja Jaringan Jalan di Provinsi Lampung dengan Menggunakan Pemodelan Transportasi.**

*Dyah Indriana K, Dwi Joko Winarno, Humaidi*  
**Studi Potensi Sumber Daya Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Pekon Tugu Ratu Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung.**



REKAYASA

No. 3

Vol. 19

Hal. 153 - 216

Bandar Lampung

ISSN

Desember 2015

0852-7733



# REKAYASA

Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan

Diterbitkan oleh **Jurusan Teknik Sipil** Fakultas Teknik Universitas Lampung

## **Pelindung**

Dekan Fakultas Teknik

## **Penanggung Jawab**

Ketua Jurusan Teknik Sipil

## **Pimpinan Dewan Penyunting**

Dr. Ir. Ahmad Zakaria.

## **Anggota Dewan Penyunting**

Ir. Idharmahadi Adha, M.T.

Tas'an Junaedi, S.T., M.T.

Suyadi, S.T., M.T.

## **Mitra Bestari**

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A

Dr. Dyah Indriana Kusumaastuti, M.Sc.

Dr. Rahayu Sulistyorini.

Dr. Gatot Eko Susilo, M.Sc.

Dr. Ir. Rahmad Jayadi, M.Eng.

Dr. Ir. Joni Arliansyah.

## **Alamat Redaksi**

Gedung B Fakultas Teknik

Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung. 35145

Telp. 0721-788217 Surel : [jurnal.rekayasa@gmail.com](mailto:jurnal.rekayasa@gmail.com)

Faks. 0721-704947 Website : <http://ft-sipil.unila.ac.id/ejournals/>

Jurnal ReKayasa diterbitkan sebagai media komunikasi dan forum pembahasan masalah ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam bidang Teknik SIPIL dan PERENCANAAN. Makalah yang dipertimbangkan pemuatannya berupa hasil penelitian atau telaahan (review) yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang menunggu diterbitkan pada publikasi lain. Dewan Penyunting berhak menyingkat atau memperbaiki naskah yang akan dimuat tanpa mengubah maksud dan isinya. Jurnal ReKayasa terbit tiga kali setahun setiap April, Agustus dan Desember.



# REKAYASA

Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan

## Pengantar Redaksi

Sebuah kebahagiaan bagi kami untuk dapat hadir lagi dengan artikel-artikel ilmiah pada edisi ini. Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah menganugerahkan kemudahan dalam menerbitkan Jurnal Rekayasa, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan Vol. 19 No. 3 Desember 2015. Pada edisi ini artikel yang dimuat terdiri dari 5 (Lima) artikel; 3 (tiga) artikel dari bidang Teknik Hidro dan 1 (satu) artikel dari bidang Geoteknik dan 1 (satu) artikel dari bidang Teknik Transportasi. Ke 5 (lima) artikel ini ditulis oleh Dosen dan Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Kami seluruh staf redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan aktif mendukung untuk perkembangan dan kemajuan Jurnal Rekayasa ini. Kami juga berharap seluruh pendukung dan pemerhati Jurnal Rekayasa ini tetap setia dan senantiasa memberikan kontribusinya, baik berupa kritik maupun saran, demi meningkatkan kualitas Jurnal Rekayasa.

**Redaksi**



# REKAYASA

Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan

## Daftar Isi

|  |     |
|--|-----|
| <b>Pengantar Redaksi</b>   | ii  |
| Ahmad Zakaria<br><b>Pemodelan Periodik dan Stokastik Curah Hujan Harian dari Wilayah Pringsewu</b>   | 153 |
| Iswan, Lusmeilia Afriani, Armen Febri<br><b>Pengaruh Kuat Tekan dan Kuat Geser Sampel Dryside of Optimum (Kering Optimum) dan Wetside of Optimum (Basah Optimum) pada Tanah Lempung</b>                  | 167 |
| Margaretta Welly<br><b>Analisa Karakteristik Hujan di Kota Bandar Lampung</b>  | 179 |
| Rahayu Sulistyorini, Dwi Herianto, Intan Bonita Lumban Gaol<br><b>Analisis Kinerja Jaringan Jalan di Provinsi Lampung dengan Menggunakan Pemodelan Transportasi</b>                                      | 191 |
| Dyah Indriana K, Dwi Joko Winarno, Humaidi<br><b>Studi Potensi Sumber Daya Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Pekon Tugu Ratu Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat Profinsi Lampung</b> | 205 |



# LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **Pemodelan Periodik dan Stokastik Curah Hujan Harian dari Wilayah Pringsewu**

Penulis : Ahmad Zakaria

NIP : 19670514 199303 1002

Instansi : Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Publikasi : Jurnal Rekayasa  
**Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung**  
: ISSN: 0852-7733  
: Issue 3, Volume 19, 2015

Penerbit : **[Http://ft-sipil.unila.ac.id/ejournals/](http://ft-sipil.unila.ac.id/ejournals/)**

Bandar Lampung, 21 Maret 2016

Mengetahui,  
a.n. Dekan Fakultas Teknik  
Pembantu Dekan I

Penulis,



Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.  
NIP 19750928 200112 1 002

Ir. Ahmad Zakaria, Ph.D.  
NIP. 19670514 199303 1002

Menyetujui:

Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Lampung

Watsono, Ph.D.  
NIP. 196302161987031003

|  |                              |
|--|------------------------------|
| DOKUMENTASI LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT<br>UNIVERSITAS LAMPUNG |                              |
| TGL  | 21 - Maret - 2016            |
| NO. INVEN  | 0039 / 7 / B / N / FT / 2016 |
| JENIS  | Jurnal                       |
| PARAF  | HU                           |

# PEMODELAN PERIODIK DAN STOKASTIK CURAH HUJAN HARIAN DARI WILAYAH PRINGSEWU

Ahmad Zakaria<sup>1)</sup>

## Abstract

*This research are intended to study the periodic and stochastic modeling of daily rainfalls. The study was carried out using data of daily rainfall with a length of 16 years (1991 – 2006) from Podorejo, Fajar Esuk, and Panutan rainfall stations. The rainfall series used is assumed to be free of trend. In this research data series were converted into series of rainfall sepektrum using FFT (Fast Fourier Transform). Periodicity of daily rainfall data is presented using 253 periodic component. Stochastic rainfall series of rainfall data is assumed as the difference (error) between the rainfall data with periodic rainfall model using data length of 512 days. Based on the data series, stochastic component were calculated using the approach of the autoregressive model. Stochastic models presented here are by using an autoregressive model of third order.*

*The results of this research is the value of the correlation coefficient of the three stations. For this study, the average correlation coefficient (R) between data and periodic model is about 0,9770, between data and stochastic model is 0,9979, and between the data and the periodic stochastic model is 0,99991. From these results, it can be concluded that periodic stochastic model of the rainfall from Pringsewu area that processing model using 253 components, presented a very significant approach.*

**Keywords:** *Periodic, stochastic, rainfall, Pringsewu area*

## Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari model periodik dan stokastik dari data seri curah hujan harian. Studi ini dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian dengan panjang data 16 tahun (1991–2006) dari stasiun Podorejo, Fajar Esuk, dan Panutan. Seri curah hujan yang digunakan diasumsikan bebas dari pengaruh yang bersifat trend. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengubah data hujan seri waktu menjadi sepektrum curah hujan, menggunakan program FFT (Fast Fourier Transform). Keperiodikan dari data curah hujan harian dipresentasikan dengan menggunakan 253 komponen yang bersifat periodik. Seri stokastik curah hujan dari data curah hujan ini diasumsikan sebagai selisih (residu) antara data curah hujan terukur dengan model periodik curah hujan dengan panjang data 512 hari. Berdasarkan residu curah hujan, komponen stokastik dihitung dengan menggunakan pendekatan model autoregresif. Model stokastik dipresentasikan rata rata dengan menggunakan autoregresif model orde tiga.

Hasil dari penelitian ini adalah nilai koefisien korelasi rata-rata dari tiga stasiun curah hujan. Untuk penelitian ini, koefisien korelasi rata-rata (R) antara data dan model periodik adalah sebesar 0,9770, antara data dan model stokastik adalah sebesar 0,9979, dan antara data dan model periodik stokastik adalah sebesar 0,99991. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa model periodik stokastik dari dari curah hujan dari wilayah Pringsewu yang pengolahan model periodiknya menggunakan 253 komponen, memberikan hasil pendekatan yang sangat signifikan.

**Kata kunci:** Periodik, stokoastik, curah hujan, wilayah Pringsewu.

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung.(surel:ahmad.zakaria@eng.unila.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara agraris dengan iklim tropis yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi. Sebagai suatu negara pertanian pemerintah mengambil langkah-langkah yang dibutuhkan dalam meningkatkan produk pertanian, yaitu dengan membuat bendungan dan irigasi. Untuk melakukan pembangunan bangunan irigasi membutuhkan banyak data, salah satu data yang termasuk sangat penting adalah data curah hujan.

Di alam hujan yang terjadi juga dipengaruhi oleh parameter iklim seperti suhu udara, kelembaban, dan arah angin, yang mana parameter ini memiliki sifat periodik dan stokastik. Besarnya pengaruh parameter yang bersifat periodik dan stokastik ini sangat bervariasi terhadap besarnya curah hujan. Besarnya variasi perbandingan parameter periodik dan stokastik dapat ditentukan dengan menggunakan pemodelan matematika, yang menggunakan data curah hujan sebagai data masukkan. Pemodelan yang dimaksud adalah pemodelan periodik dan stokastik curah hujan, yaitu dengan mengurai data hujan menjadi komponen-komponen periodik dan stokastik. Diasumsikan bahwa hujan adalah sebagai sebuah fungsi dari variasi periodik dan stokastik dari iklim. Selanjutnya analisis periodik dan stokastik hujan seri waktu dapat menghasilkan sebuah model matematika yang berupa persamaan periodik dan stokastik.

Hasil dari penelitian ini adalah berupa model periodik dan stokastik curah hujan harian sintetis dari beberapa stasiun hujan di wilayah Pringsewu.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Data Hujan

Data curah hujan harian yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dari 3 stasiun hujan yaitu, stasiun Podorejo (PH-015), stasiun Fajar Esuk (PH-016), dan stasiun Panutan – Pagelaran (PH-018) dengan panjang data 16 tahun pengamatan, yaitu dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2006. Data ini didapat dari kantor Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWSMS).

### 2.2. Parameter Hujan

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut Sosrodarsono (1976) presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut maka disebut dengan hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut maka disebut salju (*snow*).

Banyaknya hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman air (dalam mm), yang dianggap tersebar secara merata pada seluruh daerah tangkapan. Sedangkan intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan dan sebagainya, yang kemudian disebut hujan jam-jaman, hujan harian, hujan mingguan, hujan bulanan dan sebagainya (Triatmodjo, 2008).

Menurut Sosrodarsono (1976) dalam Triatmodjo (2008) menjelaskan bahwa curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika durasi waktu lebih lama penambahan curah hujan lebih kecil dibandingkan dengan penambahan waktu, karena hujan bisa berkurang atau berhenti sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Keadaan hujan dan intensitas hujan (Triatmodjo, 2008).

| Keadaan Hujan       | Intensitas Hujan (mm) |        |
|---------------------|-----------------------|--------|
|                     | 1 Jam                 | 24 Jam |
| Hujan sangat ringan | <1                    | <5     |
| Hujan ringan        | 1-5                   | 5-20   |
| Hujan normal        | 5-10                  | 20-50  |
| Hujan lebat         | 10-20                 | 50-100 |
| Hujan sangat lebat  | >20                   | >100   |

### 2.3. Pengukuran Hujan

Dari beberapa jenis presipitasi, hujan merupakan jenis presipitasi yang parameternya paling mudah diukur, karena pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh. Walaupun demikian pengukuran tidak dapat dilakukan secara langsung di seluruh wilayah tangkapan air, akan tetapi hanya dapat dilakukan pada titik-titik yang sudah ditetapkan dan dengan menggunakan alat pengukur hujan (Triatmodjo, 2008).

### 2.4. Model Hidrologi

Menurut Harto (1993), model hidrologi adalah sebuah sajian sederhana (*simple representation*) dari sebuah sistem hidrologi yang kompleks. Di dalam ilmu hidrologi terdapat beberapa macam klasifikasi model yang dapat digunakan yang dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu, Model fisik (*physical model*), dibuat dengan skala tertentu untuk menirukan *prototipenya*. Model analog (*analog model*), model ini disusun menggunakan rangkaian resistor kapasitor untuk memecahkan persamaan-persamaan diferensial yang mewakili proses hidrologi. Model matematik (*mathematical model*), model ini menyajikan sistem dalam rangkaian persamaan, dan kadang-kadang dengan ungkapan-ungkapan yang menyajikan hubungan antar variabel dan parameter

### 2.5. Model Periodik dan Stokastik Curah Hujan

Model stokastik adalah model yang terdiri dari satu atau lebih unsur yang menyusun hubungan antara masukan dan keluaran yang mengikutsertakan pengertian kesempatan kejadian (*chance of occurrence*) dan memperkenalkan konsep probabilitas (Harto, 1993). Model periodik dan stokastik curah hujan didefinisikan sebagai model yang masukannya dipengaruhi oleh parameter-parameter iklim seperti suhu udara, arah angin, kelembaban udara dan lain-lain sehingga data hujan bersifat periodik dan stokastik (Zakaria, 2008).

Prosedur matematika diambil untuk memformulasikan model periodik dan stokastik.

Tujuan yang paling utama dari analisis ini adalah untuk menentukan model yang realistis untuk menghitung dan menguraikan data hujan seri waktu menjadi berbagai komponen frekuensi, amplitudo, dan fase hujan yang bervariasi.

Secara umum, data hujan dapat diuraikan menjadi komponen periodik dan stokastik yang mana ini dapat dirumuskan menjadi nilai-nilai yang berupa komponen yang merupakan solusi eksak. Nilai ini selalu dipresentasikan sebagai suatu fungsi yang terdiri dari beberapa fungsi data seri waktu. Data seri waktu  $X_t$  ini dipresentasikan sebagai suatu model yang terdiri dari beberapa fungsi sebagai berikut: (Rizalihadi, 2002; Bhakar, 2006; dan Zakaria, 2008),

$$X_t = T_t + P_t + S_t \tag{1}$$

dimana,

$T_t$  = komponen trend,  $t = 1, 2, 3, \dots, N$

$P_t$  = komponen periodik

$S_t$  = komponen stokastik



Komponen trend menggambarkan perubahan secara linier dari pencatatan data hujan harian yang panjang selama waktu pencatatan data hujan, dan dengan mengabaikan komponen fluktuasi dengan durasi pendek. Data hujan yang digunakan diperkirakan tidak memiliki trend, sehingga persamaan [1] dapat dipresentasikan menjadi,

$$X_t = P_t + S_t \quad [2]$$

Persamaan [2] adalah persamaan pendekatan untuk mensimulasikan model periodik dan stokastik curah hujan.

### Metode spektral

Metode spektral merupakan salah satu metode transformasi yang umumnya dipergunakan di dalam banyak aplikasi. Metode ini dipresentasikan sebagai persamaan Transformasi Fourier sebagai berikut (Zakaria, 2003),

$$P(f_m) = \frac{\Delta t}{2\sqrt{\pi}} \sum_{n=-N/2}^{n=N/2} P(t_n) e^{\frac{-2\pi i}{M} \cdot m \cdot n} \quad [3]$$

Dimana  $P(t_n)$  adalah seri curah hujan hasil pengamatan dalam domain waktu dan  $P(f_m)$  adalah curah hujan dalam domain frekuensi.  $t_n$  adalah variabel waktu yang mempresentasikan panjang data ke  $N$ ,  $f_m$  variabel dari frekuensi.

Berdasarkan frekuensi curah hujan yang dihasilkan dari Persamaan [3], amplitudo sebagai fungsi dari frekuensi curah hujan dapat dihasilkan. Amplitudo maksimum dapat ditentukan dari amplitudo yang dihasilkan sebagai amplitudo dominan. Frekuensi curah hujan dari amplitudo dominan digunakan untuk mensimulasikan curah hujan harian sintetik atau buatan yang diasumsikan sebagai frekuensi curah hujan yang dominan. Frekuensi curah hujan dominan yang dihasilkan dipergunakan untuk menghitung frekuensi sudut dan menentukan komponen periodik curah hujan harian dengan menggunakan Persamaan [4].

### Komponen periodik

Komponen periodik  $P(t)$  digambarkan dengan suatu gerak perpindahan yang berosilasi untuk suatu interval tertentu (Kottegoda, 1980). Keberadaan  $P(t)$  diidentifikasi dengan menggunakan metode Transformasi Fourier. Bagian yang berosilasi menunjukkan keberadaan  $P(t)$ , dengan menggunakan periode  $P$ , beberapa periode puncak dapat diestimasi dengan menggunakan analisis Fourier. Frekuensi yang didapat dari metode spektral menunjukkan adanya variasi yang bersifat periodik. Komponen periodik  $P(f_m)$  dapat juga ditulis dalam bentuk frekuensi sudut  $\omega_r$ . Selanjutnya persamaan periodik hujan dapat diekspresikan dengan sebuah persamaan dalam bentuk fungsi persamaan Fourier sebagai berikut (Zakaria, 1998),

$$\hat{P}(t) = S_o + \sum_{r=1}^{r=k} A_r \sin(\omega_r \cdot t) + \sum_{r=1}^{r=k} B_r \cos(\omega_r \cdot t) \quad [4]$$

Selanjutnya persamaan [4] disusun menjadi persamaan sebagai berikut,

$$\hat{P}(t) = \sum_{r=1}^{r=k+1} A_r \sin(\omega_r \cdot t) + \sum_{r=1}^{r=k} B_r \cos(\omega_r \cdot t) \quad [5]$$

dimana:

- $P(t)$  = komponen periodik,
- $\hat{P}(t)$  = model dari komponen periodik,
- $P_o$  =  $A_{k+1}$  = rerata curah hujan harian (mm),
- $\omega_r$  = frekuensi sudut (radian),
- $t$  = waktu (hari),
- $A_r, B_r$  = koefisien komponen Fourier,
- $k$  = jumlah komponen signifikan.

**Komponen stokastik**

Komponen Stokastik dibentuk dari nilai yang bersifat random. Nilai ini tidak dapat dihitung secara tepat. Model stokastik yang dipergunakan adalah berupa model autoregresif yang dapat ditulis sebagai fungsi matematika berikut,

$$S_t = \varepsilon + \sum_{k=1}^{k=p} b_k \cdot S_{t-k} \tag{6}$$

Persamaan [6] diuraikan menjadi,

$$S_t = \varepsilon + b_1 \cdot S_{t-1} + b_2 \cdot S_{t-2} + b_3 \cdot S_{t-3} + \dots + b_p \cdot S_{t-p} \tag{7}$$

dimana,

$b$  = parameter model autoregresif.

$\varepsilon$  = konstanta bilangan random

$k = 1, 2, 3, 4, \dots, p$  = orde komponen stokastik

Untuk menghitung parameter model dan konstanta bilangan random dapat dipergunakan metode kuadrat terkecil (*least squares method*).

**Metode kuadrat terkecil (*least squares method*)**

Di dalam metode pendekatan kurvanya, sebagai suatu solusi pendekatan dari komponen-komponen periodik  $P(t)$ , dan untuk menentukan fungsi  $\hat{P}(t)$  dari Persamaan [5], metode kuadrat terkecil (*Least squares method*) dipergunakan untuk mendapatkan model komponen periodik tersebut. Dari Persamaan [5] dapat dihitung jumlah dari kuadrat error antara data dan model periodik (Zakaria, 1998) sebagai berikut,

$$\text{Jumlah kuadrat error} = J = \sum_{t=1}^{t=m} (P(t) - \hat{P}(t))^2 \tag{8}$$

Dimana  $J$  adalah jumlah kuadrat error yang nilainya tergantung nilai koefisien komponen fourier ( $A_r$  dan  $B_r$ ). Selanjutnya koefisien  $J$  dapat menjadi minimum hanya bila memenuhi persamaan berikut,

$$\frac{\partial J}{\partial A_r} = \frac{\partial J}{\partial B_r} = 0 \quad \text{dengan } r = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k \tag{9}$$

Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, didapat komponen Fourier  $A_r$  dan  $B_r$ . Berdasarkan koefisien Fourier ini dapat dihasilkan persamaan berikut,

a. curah hujan harian rerata,

$$P_o = A_{k+1} \quad [10]$$

b. amplitudo komponen harmonik,

$$C_r = \sqrt{A_r^2 + B_r^2} \quad [11]$$

c. fase komponen harmonik,

$$\varphi_r = \arctan\left(\frac{B_r}{A_r}\right) \quad [12]$$

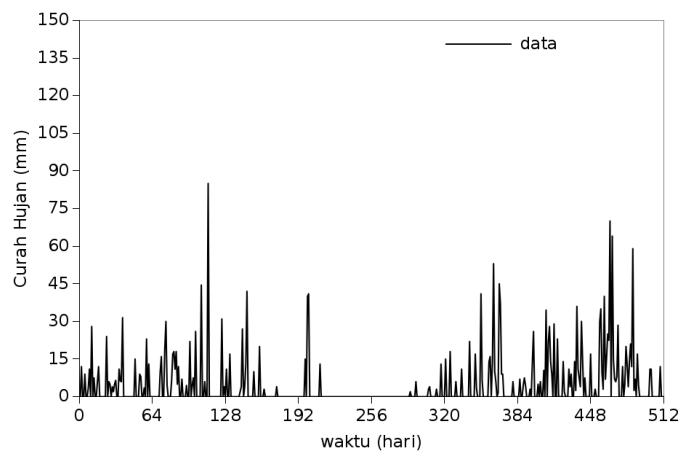
Rerata dari curah hujan harian, amplitudo dan fase dari komponen harmonik dapat dimasukkan ke dalam sebuah persamaan sebagai berikut,

$$\hat{P}(t) = S_o + \sum_{r=1}^{r=k} C_r \cos(\omega_r \cdot t - \varphi_r) \quad [13]$$

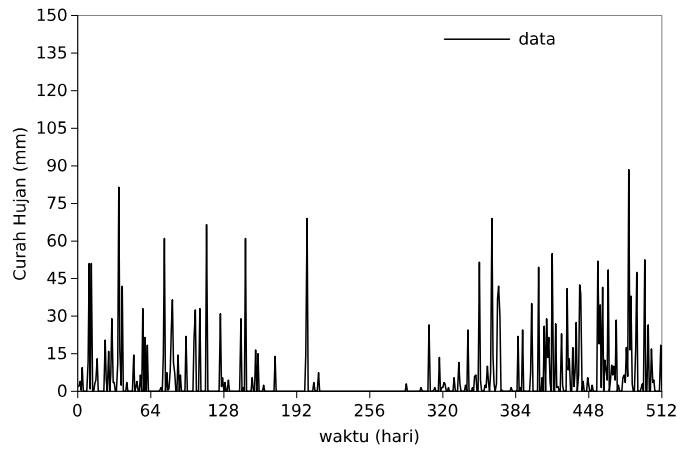
Persamaan [13] adalah model periodik curah hujan harian. Berdasarkan hasil simulasi model periodik curah hujan harian, dapat dihitung komponen stokastik curah hujan harian. Komponen stokastik merupakan selisih antara data curah hujan harian dengan hasil simulasi curah hujan yang didapat dari model periodik. Selanjutnya Parameter stokastik dapat dicari dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squares method*).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

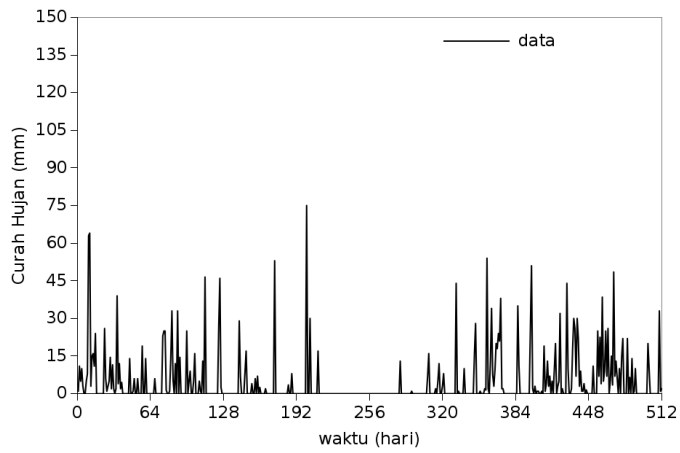
Di dalam penelitian ini, untuk mengetahui karakteristik periodik dan stokastik hujan harian digunakan data hujan seri waktu sepanjang 16 tahun (1991-2006) dari tiga stasiun hujan dari wilayah Pringsewu yaitu stasiun Podorejo, Fajar Esuk dan Panutan. Data hujan seri waktu dari masing-masing stasiun hujan ini ditunjukkan pada gambar berikut :



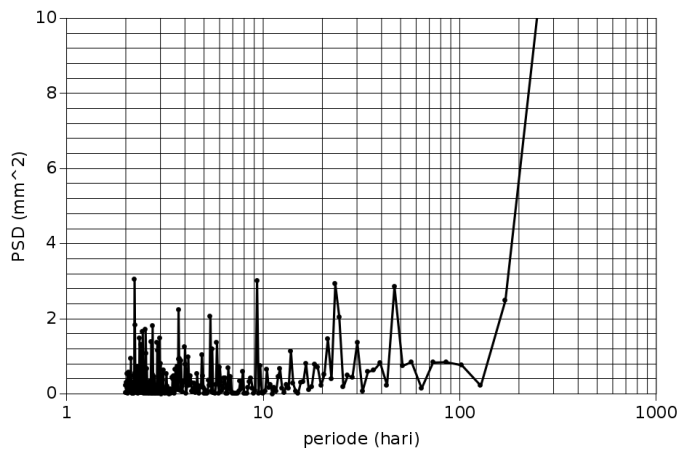
Gambar 1. Curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Podorejo.



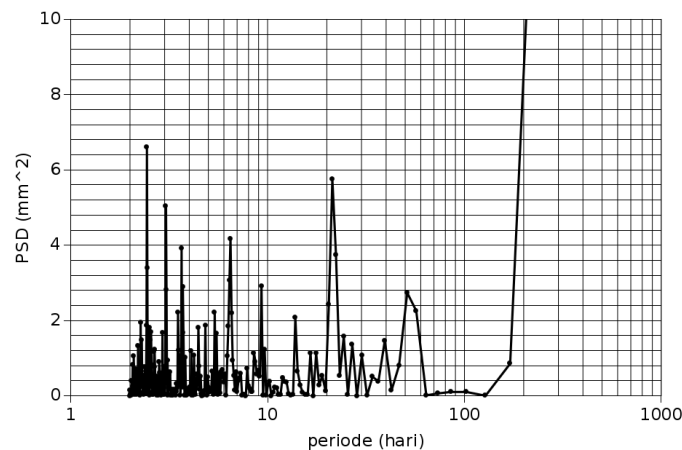
Gambar 2. Curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Fajar Esuk.



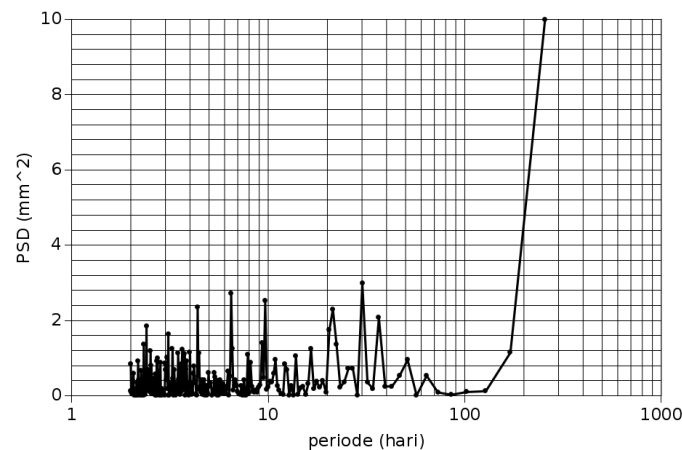
Gambar 3. Curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Panutan.



Gambar 4. Spektrum curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Podorejo.



Gambar 5. Spektrum curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Fajar Esuk.



Gambar 6. Spektrum curah hujan seri waktu tahun 2006 dari stasiun Panutan.

### 3.1. Spektrum Curah Hujan Harian

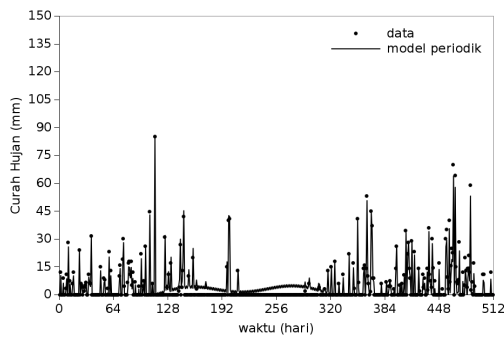
Berdasarkan data hujan seri waktu, dengan menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dapat dihasilkan spektrum data curah hujan harian. Spektrum data curah hujan harian masing-masing stasiun hujan dipresentasikan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

Dari Gambar 4. ditunjukkan bahwa besarnya amplitudo kuadrat maksimum (PSD) dari curah hujan harian adalah 2,4846 mm<sup>2</sup> untuk periode 171 hari atau setengah tahun, pada stasiun Fajar Esuk besarnya amplitudo kuadrat maksimum dari curah hujan ditunjukkan pada Gambar 5. yaitu sebesar 0,8520 mm<sup>2</sup>, dan pada stasiun Panutan sebesar 1,1446 mm<sup>2</sup>. Apabila dilihat dari nilai amplitudo kuadrat maksimum curah hujan antar stasiun, memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dan juga bentuk grafik memiliki pola yang sama, kondisi ini dimungkinkan karena adanya faktor-faktor periodik setengah tahunan yang mempengaruhi besarnya hujan memiliki kesamaan antar stasiun hujan yang ada. Adanya nilai amplitudo kuadrat maksimum curah hujan untuk periode 171 hari juga menunjukkan bahwa komponen setengah tahunan dari keperiodikan curah hujan adalah sangat dominan. Spektrum di atas dipresentasikan dalam amplitudo kuadrat curah hujan sebagai fungsi waktu dari periode, dan ini dihasilkan menggunakan metode FFT dan Matlab.

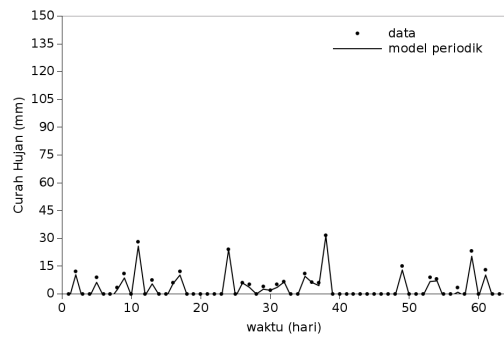


### 3.2. Model Periodik Curah Hujan Harian

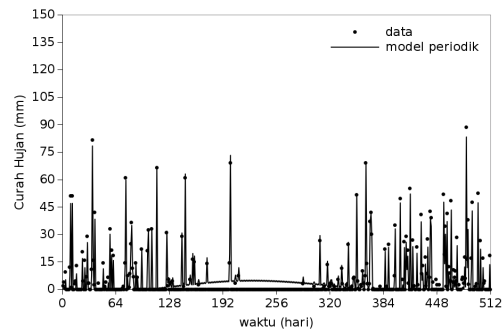
Untuk mendapatkan komponen periodik dari curah hujan seri waktu, metode transformasi fourier dapat digunakan untuk menghasilkan dan mendapatkan frekuensi curah hujan harian. Data curah hujan dengan panjang satu tahun (512 hari) dipergunakan untuk mendapatkan frekuensi curah hujan. Frekuensi yang dihasilkan dapat ditentukan dengan menggunakan sebuah algoritma yang diusulkan oleh Cooley dan Tukey (1965) dimana jumlah data  $N$  dianalisis sebagai pangkat dari 2, contohnya  $N = 2^k$ . Dengan menggunakan spektrum curah hujan harian akan diperoleh model periodik curah hujan harian sintetik seperti ditunjukkan pada Gambar 7 s/d 12. Selisih antara model periodik dan data curah hujan terukur diasumsikan sebagai residu curah hujan. Untuk model stokastik curah hujan harian dipersentasikan pada Gambar 13 s/d 18.



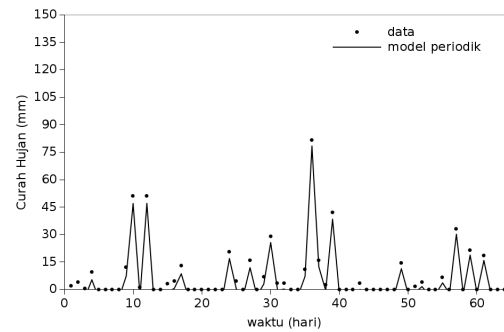
Gambar 7. Model periodik curah hujan harian Podorejo (512 hari).



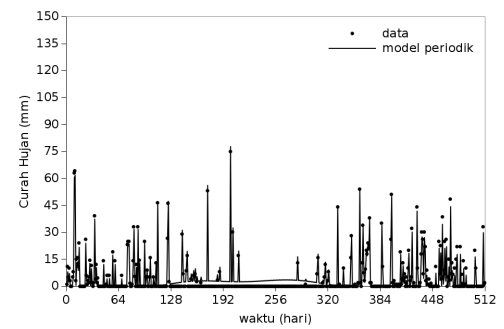
Gambar 8. Model periodik curah hujan harian Podorejo (64 hari).



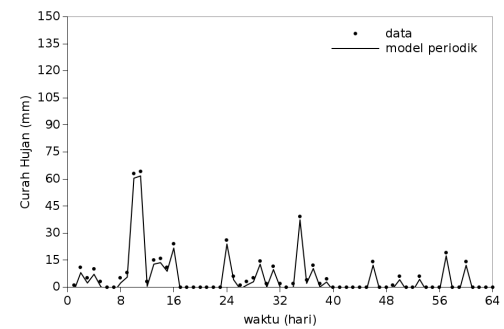
Gambar 9. Model periodik curah hujan harian stasiun Fajar Esuk (512 hari).



Gambar 10. Model periodik curah hujan harian stasiun Fajar Esuk (64 hari).



Gambar 11. Model periodik curah hujan harian Panutan (512 hari).



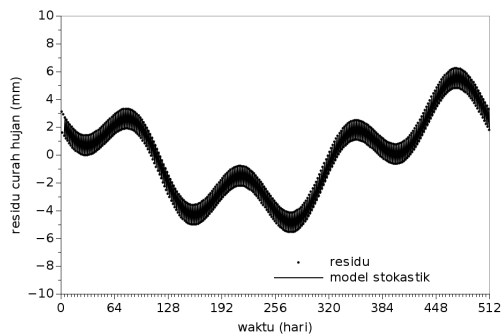
Gambar 12. Model periodik curah hujan harian Panutan (64 hari).

Dari model periodik tersebut terlihat bahwa model ini memiliki karakter yang sama. Hal ini terjadi karena adanya kesamaan faktor-faktor alam antar setasiun, sehingga memberikan model periodik yang memiliki kemiripan. Dari gambar tersebut terlihat bahwa tingginya curah hujan dalam setiap bulannya memiliki selisih yang tidak besar.

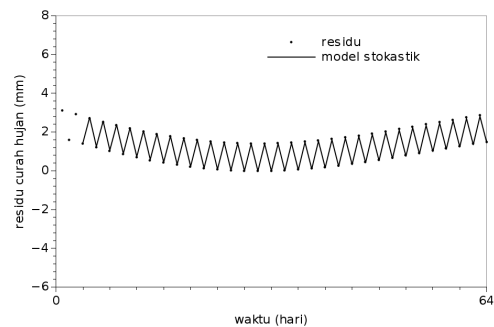
Pada Gambar 7, Gambar 9, dan Gambar 11 selisih tidak terlihat dengan jelas, akan tetapi selisih ini terlihat jelas pada Gambar 8, Gambar 10, dan Gambar 12. Selisih antara tinggi hujan terukur dan model periodik merupakan komponen stokastik dari hujan, dari selisih tersebut memberikan bukti bahwa komponen stokastik akan mempengaruhi tinggi hujan yang nilainya tidak besar dan bersifat tidak menentu.

### 3.3. Model Stokastik Curah Hujan Harian

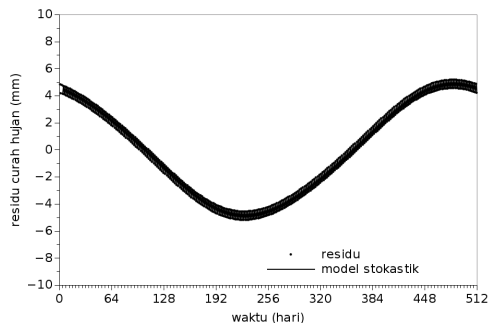
Model stokastik curah hujan yang dihasilkan dipresentasikan dalam gambar berikut,



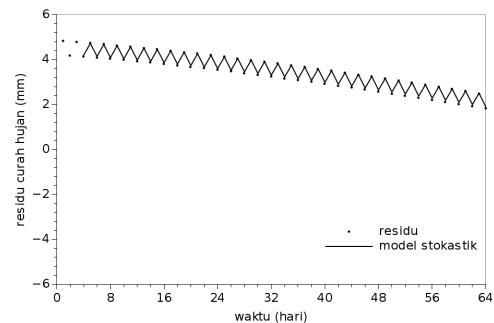
Gambar 13. Model stokastik curah hujan harian Podorejo (512 hari).



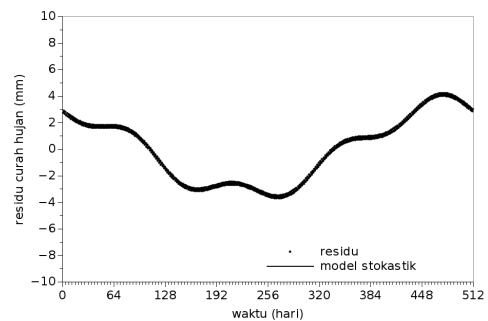
Gambar 14. Model stokastik curah hujan harian Podorejo (64 hari).



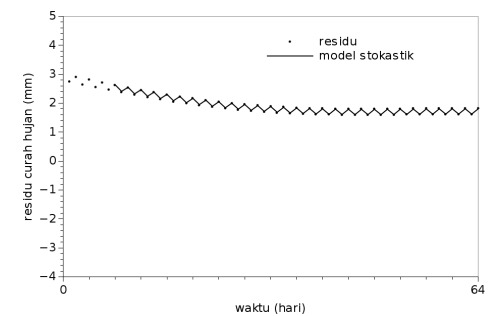
Gambar 15. Model stokastik curah hujan harian Fajar Esuk (512 hari).



Gambar 16. Model stokastik curah hujan harian Fajar Esuk (64 hari).



Gambar 17. Model stokastik curah hujan harian Panutan (512 hari).

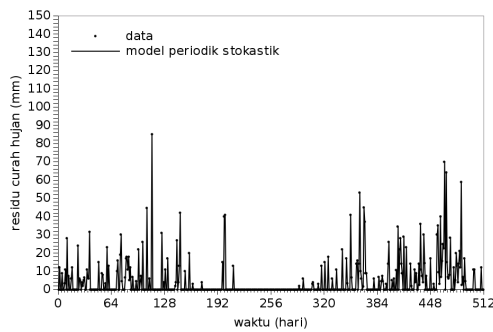


Gambar 18. Model stokastik curah hujan harian Panutan (64 hari).

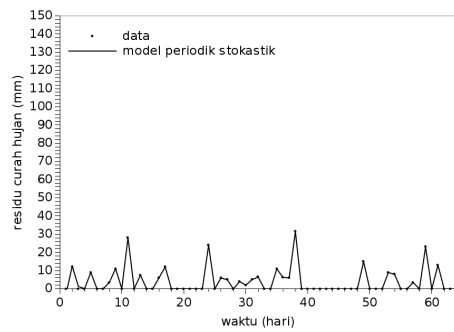
Pada Gambar 13, Gambar 15, dan Gambar 17 menunjukkan model stokastik yang besar nilainya berfluktuasi seperti pada stasiun Panutan, berfluktuasi antara -4 mm sampai dengan 4 mm. Pada stasiun Fajar Esuk dan Podorejo juga memiliki fluktuasi nilai model stokastik antara -6 mm sampai dengan 6 mm, fluktuasi yang sama antar stasiun ini menunjukkan bahwa kemiripan pada spektrum curah hujan harian dan pada model periodik juga berpengaruh pada model stokastiknya.

### 3.4. Model Periodik Stokastik Curah Hujan Harian

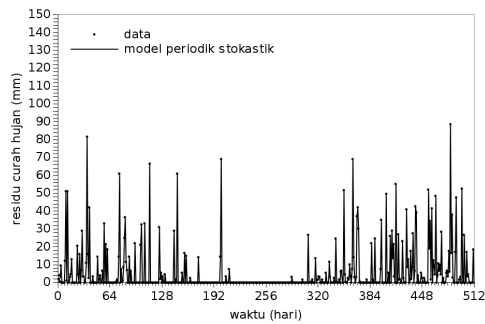
Dalam penelitian ini model yang dihasilkan merupakan hasil dari penjumlahan model periodik dan model stokastik. Perbandingan antara model periodik dan model stokastik dengan data hujan terukur dipresentasikan pada Gambar 19 s/d 24 berikut,



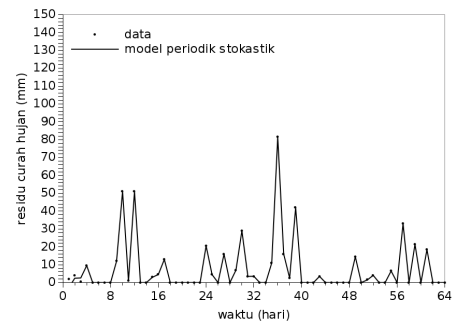
Gambar 19. Model periodik stokastik curah hujan harian Podorejo (512).



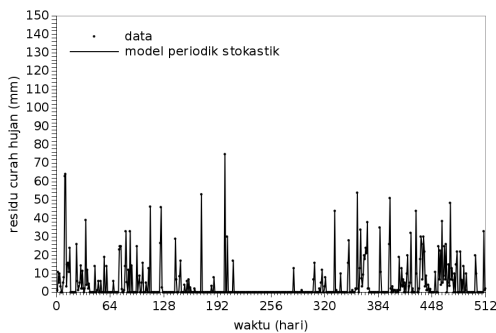
Gambar 20. Model periodik stokastik curah hujan harian Podorejo (64).



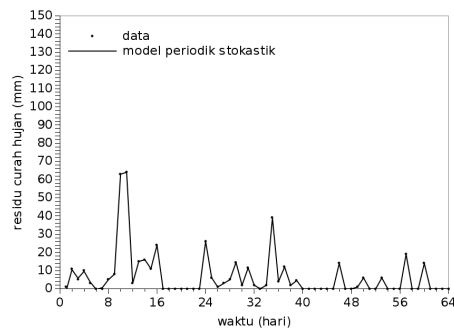
Gambar 21. Model periodik stokastik curah hujan harian Fajar Esuk (512).



Gambar 22. Model periodik stokastik curah hujan harian Fajar Esuk (64).



Gambar 23. Model periodik stokastik curah hujan harian Panutan (512).

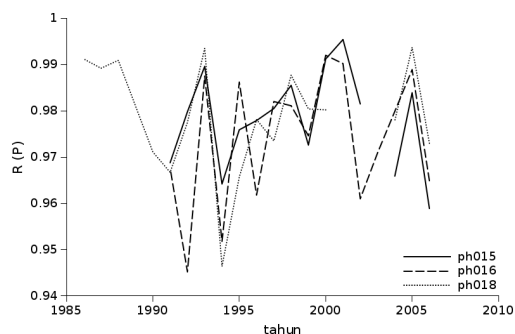


Gambar 24. Model periodik stokastik curah hujan harian Panutan (64).

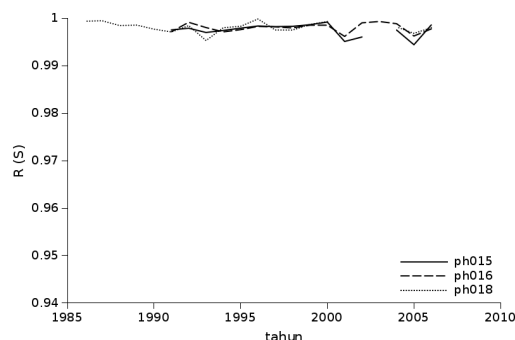
Dari Gambar 20, Gambar 22, dan Gambar 24 tampak jelas hampir tidak ada selisih antara hasil penjumlahan model periodik dan stokastik dengan data hujan terukur. Dari gambar ini juga menunjukkan bahwa model periodik stokastik memiliki korelasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan hanya memperhitungkan model periodik atau stokastik saja.

### 3.5. Koefisien Korelasi

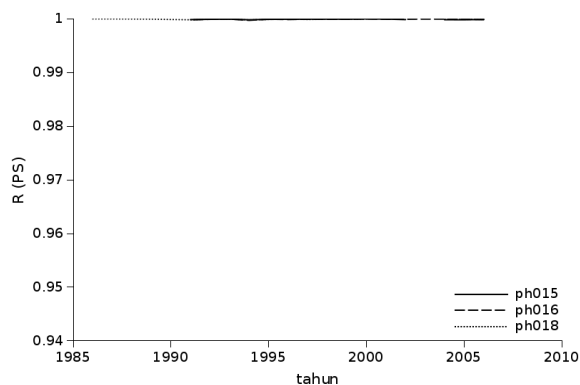
Besarnya selisih antara model periodik dengan data terukur dan selisih antara model periodik dan stokastik dengan data terukur dapat diketahui dengan melihat besarnya koefisien korelasinya. Koefisien korelasi dari penelitian ini dipresentasikan dalam Gambar di bawah ini.



Gambar 25. Koefisien korelasi model periodik dari 3 stasiun.



Gambar 26. Koefisien korelasi model stokastik dari 3 stasiun.



Gambar 27. Koefisien korelasi model periodik stokastik dari 3 stasiun.

Dari Gambar 25 s/d 27 di atas diperoleh besarnya nilai koefisien korelasi (R) rata-rata model periodik adalah 0,9770, koefisien korelasi model stokastik adalah 0,9979 dan koefisien korelasi model periodik stokastik adalah 0,99991. Nilai koefisien korelasi model periodik stokastik lebih baik dibandingkan dengan nilai koefisien korelasi model periodik atau stokastik saja, menunjukkan bahwa faktor-faktor periodik dan stokastik hujan harus diperhitungkan semua dalam menghasilkan model sintetik hujan harian.

Pemodelan periodik dan stokastik curah hujan harian ini lebih kompleks bila dibandingkan dengan curah hujan bulanan yang dilakukan oleh Rizalihadi (2002) dan juga yang dilakukan oleh Bhakar dkk (2006) yang hanya memasukkan beberapa parameter periodik dan stokastik hujan harian. Pemodelan ini juga menunjukkan karakteristik stokastik dari komponen stokastik yang merupakan selisih antara data hujan harian (data terukur) dengan model periodik, komponen tersebut dapat dipresentasikan dalam bentuk model hujan harian sehingga bisa didapat analisis hujan yang lebih detail, berbeda den-

gan hasil yang diperoleh Bhakar dkk (2006) yang hanya mempresentasikan dalam bentuk curah hujan bulanan.

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Zakaria (2010) pada stasiun hujan Purajaya Lampung Barat dengan menggunakan panjang data 512 hari dengan 253 frekuensi diperoleh nilai koefisien korelasi model periodik stokastik sebesar 0,9989. Pada penelitian ini besarnya koefisien korelasi model periodik stokastiknya adalah 0,99991 dengan menggunakan panjang data dan jumlah frekuensi yang sama. Jika dibandingkan antara keduanya memiliki perbedaan yang sangat kecil meskipun menggunakan jumlah data dan stasiun yang berbeda, sehingga model periodik dan stokastik ini dapat digunakan juga pada wilayah lain yang memiliki data hujan yang baik.

## 5. KESIMPULAN

Spektrum curah hujan dari data curah hujan seri waktu dapat digunakan sebagai masukan untuk menghasilkan program periodik dan stokastik curah hujan buatan dengan menggunakan metode FFT dan kuadrat terkecil, curah hujan harian sintetik seri waktu dapat diperoleh secara signifikan dengan memasukkan komponen stokastik curah hujan. Model curah hujan harian sintetik yang dihasilkan menjadi sangat akurat dengan koefisien korelasi rata-rata model periodik adalah 0,9770, koefisien korelasi model stokastik adalah 0,9979 dan koefisien korelasi model periodik stokastik adalah 0,99991 dan Dari nilai koefisien korelasi dapat disimpulkan bahwa metode FFT sangat baik untuk menghasilkan curah hujan harian sintetik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhakar, S.R. Singh, Raj Vir, Chhajed, Neeraj, and Bansal, Anil Kumar, 2006, *Stochastic modeling of monthly rainfall at kota region*, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol.1 (3): 36-44.
- Cooley, James W. Tukey, John W., 1965, *An Algorithm for the machine calculation of Complex Fourier Series*. Mathematics of Computation. pp. 199-215.
- Harto, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, P.T Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kottegoda, N.T., 1980, *Stochastic Water Resources Technology*. The Macmillan Press Ltd., London. p. 384.
- Rizalighadi, M. 2002, *The generation of synthetic sequences of monthly rainfall using autoregressive model*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Syah Kuala, Vol. 1 (2) : 64-68.
- Triatmodjo, Bambang, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Zakaria, A. 1998, *Preliminary study of tidal prediction using Least Squares Method*, Thesis (Master), Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia.
- Zakaria, A. 2003, *Numerical Modelling of Wave Propagation Using Higher Order Finite Difference Formulas*, Thesis (Doktor), Curtin University of Technology, 247 hlm.
- Zakaria, A. 2008, *The generation of synthetic sequences of monthly cumulative rainfall using FFT and least squares method*, Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada masyarakat Universitas Lampung, Vol. 1: 1-15.