

DISTRIBUSI DATA TAHUNAN MENJADI DATA BULANAN

Sri Eko Wahyuni¹

ABSTRACT

In the process of planning, design and management of water resources system, a long term data on hydrology is needed in order to obtain good analysis and final result. In Indonesia, usually it is very difficult to get a complete and appropriate data on hydrology at certain locations. To cope with the constraints and lack of data on hydrology as is mentioned above, experts on hydrology tend to solve the problems with the following methods :

- *Stochastic analysis*
- *Correlation and regressions analysis*
- *Simulation analysis on the watershed*

In this paper, the phenomenon of the distribution of annual rainfall to monthly rainfall will be discussed utilizing stochastic analysis (i.e. temporal disaggregation model), by preserving their statistical characteristics. The output of this model, which is quite reliable and can be use, among other, as a sound base for development of water resources and flood control.

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan bangunan persungai maka diperlukan rangkaian data hidrologi yang relatif panjang agar supaya dapat diperoleh hasil analisis yang cukup baik. Untuk memperoleh rangkaian data debit yang cukup panjang dari suatu sungai bukanlah suatu hal yang mudah, terutama untuk negara berkembang seperti Indonesia, apalagi untuk daerah di luar Pulau Jawa, akan lebih mudah untuk memperoleh data curah hujan untuk kurun waktu yang panjang dibandingkan dengan memperoleh rangkaian data debit.

Untuk mengoptimalkan suatu sistem sumber daya air memang diperlukan rangkaian data hidrologi yang cukup panjang, sehingga apabila kenyataannya di lapangan catatan data yang tersedia terbatas, maka perlu diusahakan untuk dilakukan proses pembangkitan data agar supaya data yang digunakan untuk

analisis hidrologi cukup memadai. Untuk mengatasi hal tersebut, maka upaya yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan cara simulasi, yaitu dengan menggunakan model matematik, salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan model stokastik disagregasi. Pada makalah ini akan dibahas mengenai model tersebut, utamanya adalah untuk membangkitkan data hujan/debit tahunan menjadi data bulanan, di mana data bulanan tersebut sangat diperlukan untuk pengembangan sumber daya air dan pengendalian banjir.

Model disagregasi dikenalkan pertama kali oleh *Harms & Campbell* (1967) yang merupakan perkembangan model autoregressive dari *Thomas Fiering* (1962). Model disagregasi yang pertama kali dapat diterima ialah model yang disajikan oleh *Valencia & Schaake* (1973) di mana hal tersebut merupakan awal yang baik dari teknik disagregasi

¹ Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Diponegoro

untuk pembangkitan secara stokastik rangkaian waktu hidrologi. Pendekatan dari model ini merupakan dasar dari hampir semua pendekatan disagregasi yang berikutnya, di mana kemudian *Mejia & Rouselle* (1976) melakukan modifikasi model *Valencia & Schaake* dan yang terakhir kali adalah *Lane* (1979) yang mengembangkan paket program komputer untuk penerapan praktis dari teknik stokastik data hidrologi.

Pada model disagregasi, data asli sebagai *keyseries*, yaitu data hasil pengamatan di stasiun pengamat atau dapat juga data sintetik yang diperoleh dari hasil pembangkitan dengan model stokastik yang lain. Kemudian yang dimaksud dengan *subseries* yaitu data hasil pengamatan yang merupakan fraksi atau bagian dari *keyseries*, misalnya data hujan bulanan merupakan bagian dari data hujan tahunan. Secara matematik, model disagregasi ini berbentuk operasi matrik sehingga hal-hal yang harus dipahami adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan operasi matrik seperti perkalian, penjumlahan maupun invers.

Banyak model stokastik yang dapat digunakan untuk pembangkitan data hidrologi diantaranya adalah :

- a. Model *Autoregressive* (model AR)
- b. Model *Moving Average* (model MA)
- c. Model *Autoregressive Moving Average* (model ARMA)
- d. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)
- e. Model Disagregasi

Dalam suatu proses pembangkitan data secara stokastik maka sifat-sifat statistiknya harus tetap dipertahankan. Sifat statistik tersebut diantaranya adalah nilai purata, simpangan baku dan koefisien korelasi baik korelasi antar tahunan, korelasi antar bulanan maupun korelasi antar lokasi. Untuk model autoregressive (AR), hanya salah satu

korelasi yang dapat dipertahankan, yaitu korelasi antar tahunan atau korelasi antar bulanan saja. Selain itu model AR dan ARMA hanya bisa membangkitkan satu lokasi atau satu station saja sedangkan dengan menggunakan model disagregasi maka ke tiga korelasi tersebut di atas dapat dipertahankan dengan baik, yaitu memenuhi uji statistik yang sudah ditentukan.

MODEL DISAGREGASI

Model disagregasi pada dasarnya dapat digolongkan menjadi 2 kelompok besar yaitu :

- a. *Temporal disaggregation model* (*single site and multi site*).
- b. *Spatial disaggregation model*

Model disagregasi temporal digunakan untuk membangkitkan data tahunan menjadi data fraksi tahunan yaitu data bulanan, data musiman dan lain-lain. Pada makalah ini yang akan dibahas hanya model single site temporal disagregasi. Model disagregasi spatial biasanya di pakai untuk menentukan agihan/distribusi masing-masing subdas (bagian dari suatu DAS) dari data yang tercatat pada station utama. Model disagregasi spatial ini digunakan untuk membangkitkan data tahunan. Contoh : pembangkitan rangkaian waktu tahunan pada stasiun pengamat utama (*keyseries*) ke serie waktu tahunan stasion cabang (*subseries*) pada suatu DAS.

Pada model disagregasi, masing-masing rangkaian waktu harus mengikuti agihan/distribusi normal (wajar) dan nilai puratanya adalah nol, sedangkan simpangan baku = α . Hal tersebut dapat diperoleh dengan mengambil suatu rangkaian data asli, dipindahkan ke distribusi normal, kemudian dikurangi dengan nilai puratanya.

Pada makalah ini yang dibahas adalah mengenai distribusi data curah hujan tahunan sintetik sebanyak 100 tahun

menjadi data bulanan dengan menggunakan model disagregasi temporal.

Single site temporal disaggregation model.

Model single site temporal disagregasi dikembangkan oleh *Valencia and Schaake* (1973). Pada model ini dilakukan pembangkitan rangkaian waktu pada stasion pengamat, misalnya dari rangkaian waktu tahunan di disagregasikan ke rangkaian waktu bulanan, mingguan dsb.

Ada 3 bentuk dasar dari single site temporal disagregasi yaitu :

- Basic model*
- Extended model*
- Condensed model*

1. Basic Model

Bentuk umum dari *basic model* menurut *Valencia and Schaake* (1973) adalah sbb. :

$$Y = A X + B \varepsilon \dots\dots\dots (1)$$

di mana :

- Y = *Subseries*, merupakan harga fraksi tahunan yang berbentuk matrik kolom.
 X = *Keyseries*, merupakan harga tahunan yang berbentuk matrik kolom.
 A dan B = Matrik parameter.
 ε = Rangkaian acak (random) dengan nilai purata = 0 dan varian = 1.

Keuntungan model ini adalah bentuknya sangat sederhana, sehingga model ini merupakan model yang paling mudah dari ke tiga model di atas. Kerugiannya adalah jumlah parameternya cukup banyak.

2. Extended Model

Extended model dikembangkan oleh *Mejia and Rousselle* (1976) yang merupakan perkembangan dari model dasar *Valencia*

and Schaake (1973). Bentuk umum dari *extended model* adalah sbb. :

$$Y = A X + B \varepsilon + C Z \dots\dots\dots (2)$$

di mana :

- Y = *Subseries*, merupakan harga fraksi tahunan yang berbentuk matrik kolom.
 X = *Keyseries*, merupakan harga tahunan yang berbentuk matrik kolom.
 A, B dan C = Matrik parameter.
 ε = Rangkaian acak (random) dengan nilai purata = 0 dan varian = 1.
 Z = *Subseries*, merupakan fraksi tahunan sebelumnya.

Meskipun model ini sedikit lebih rumit dibandingkan dengan *basic model*, tetapi hasil yang diperoleh lebih baik, karena dimasukkan pengaruh dari fraksi tahunan sebelumnya yaitu matrik Z.

3. Condensed Model.

Model disagregasi temporal jenis *condensed model* dikembangkan oleh *Lane* (1979). Model ini digunakan untuk membangkitkan data tahunan menjadi data fraksi tahunan seperti bulanan, musiman dan lain-lain. Bentuk umum model disagregasi temporal *condensed model* adalah sbb. :

$$Y_{\tau} = A_{\tau} X + B_{\tau} \varepsilon + C_{\tau} Y_{\tau-1} \dots\dots\dots (3)$$

di mana :

- Y_{τ} = *Subseries*, merupakan harga nilai fraksi τ dari data tahunan X yang berbentuk matrik kolom.
 X = *Keyseries*, merupakan harga tahunan yang berbentuk matrik kolom.
 A, B, C = Matrik parameter.
 $Y_{\tau-1}$ = *Subseries*, merupakan harga fraksi tahunan pada tahun $\tau-1$ yang berbentuk matrik kolom.

Model disagregasi temporal *condensed model* direncanakan untuk mempertahankan kovarian diantara nilai

tahunan dan musiman serta untuk mempertahankan variansi dan kovarian selang 1 (lag-1) diantara nilai musiman. Keuntungan dari model ini adalah banyaknya parameter yang dapat direduksi yang dilakukan pada matrik A, B, C dengan mengasumsikan bahwa matrik B adalah matrik triangulasi bawah (*Lower Triangulation Matrix*).

– Taksiran Parameter model disagregasi.

Parameter model disagregasi dapat ditaksir dengan menggunakan metode moment dengan hasil yang cukup baik. Taksiran parameter untuk matrik A dan B dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\hat{A} = S_{yx} S_{xx}^{-1} \dots\dots\dots (4)$$

$$\hat{B} \hat{B}^T = S_{yy} - S_{yx} S_{xx}^{-1} S_{xy} \dots\dots\dots (5)$$

Estimasi parameter untuk matrik B dapat diperoleh dari $\hat{B} \hat{B}^T$. Ada beberapa cara untuk mendapatkan matrik B, misalnya Lane (1979) yang mengasumsikan bahwa matrik B adalah matrik triangulasi bawah.

$$\hat{B} \hat{B}^T = D$$

Untuk $k < i$, maka $b_{ki} = 0$

Untuk $k \geq i$, maka :

$$b_{ki} = 0 \text{ jika } d_{ii} - \sum_{j < i} \{b_{ij}\}^2 \leq 0 \dots\dots\dots (6)$$

$$b_{ki} = \frac{d_{ki} - \sum_{j < i} b_{ij} b_{kj}}{\left\{ d_{ii} - \sum_{j < i} (b_{ij})^2 \right\}^{0.5}} \text{ jika } d_{ii} - \sum_{j < i} (b_{ij})^2 > 0 \dots\dots\dots (7)$$

– Taksiran parameter untuk condensed temporal disaggregation model.

Untuk mendapatkan taksiran parameter matrik A, B, C pada tipe *condensed temporal disaggregation model* digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\hat{A}_\tau = \begin{bmatrix} S_{yx}(\tau, \tau) - S_{yy}(\tau, \tau-1) S_{yy}^{-1}(\tau-1, \tau-1) S_{yx}(\tau-1, \tau) \\ S_{xx}(\tau, \tau) - S_{xy}(\tau, \tau-1) S_{yy}^{-1}(\tau-1, \tau-1) S_{yx}(\tau-1, \tau) \end{bmatrix}^{-1} \dots\dots\dots (8)$$

$$\hat{C} = [S_{yy}(\tau\tau-1) - \hat{A} S_{xy}(\tau\tau-1)] S_{yy}^{-1}(\tau-1, \tau-1) \dots\dots\dots (9)$$

$$\hat{B}_\tau \hat{B}_\tau^T = S_{yy}(\tau\tau) - \hat{A}_\tau S_{xy}(\tau - \tau) - C_\tau S_{yy}(\tau - 1, \tau) \dots\dots\dots (10)$$

di mana :

$S_{yx}(\tau, \tau)$ = Matrik kovarian fraksi tahunan τ - tahunan τ

$S_{yy}(\tau, \tau-1)$ = Matrik kovarian fraksi tahunan τ - fraksi tahunan $\tau-1$

$S_{yy}(\tau-1, \tau-1)$ = Matrik kovarian fraksi tahunan $\tau-1$ - fraksi tahunan $\tau-1$

$S_{xx}(\tau, \tau)$ = Matrik kovarian tahunan τ - tahunan τ

$S_{xy}(\tau, \tau-1)$ = Matrik kovarian tahunan τ - fraksi tahunan $\tau-1$

$S_{yy}(\tau-1, \tau)$ = Matrik kovarian fraksi tahunan $\tau-1$ - fraksi tahunan τ

Sedangkan untuk mendapatkan matrik kovarian diatas adalah sebagai berikut :

$$S_{yy}(\tau, \tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N \begin{bmatrix} Y_{v,\tau}^{(1)} \\ Y_{v,\tau}^{(2)} \\ \vdots \\ Y_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{v,\tau}^{(1)} & Y_{v,\tau}^{(2)} & \dots & Y_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (11)$$

di mana :

$Y_{v,\tau}^{(j)}$ = Harga fraksi tahunan ke- τ ,
station j untuk tahun ke- v

$$S_{yx}(\tau\tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N Y_{v,\tau}^{(j)} X_{v,\tau}^{(j)T}$$

$$= \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N \begin{bmatrix} Y_{v,\tau}^{(1)} \\ Y_{v,\tau}^{(2)} \\ \vdots \\ Y_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{v,\tau}^{(1)} & X_{v,\tau}^{(2)} & \dots & X_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \dots (12)$$

$$S_{xx}(\tau\tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N X_{v,\tau}^{(j)} X_{v,\tau}^{(j)T}$$

$$= \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N \begin{bmatrix} X_{v,\tau}^{(1)} \\ X_{v,\tau}^{(2)} \\ \vdots \\ X_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{v,\tau}^{(1)} & X_{v,\tau}^{(2)} & \dots & X_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \dots (13)$$

$$S_{yy}(\tau\tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N Y_{v,\tau}^{(j)} X_{v,\tau-1}^{(j)T}$$

$$= \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N \begin{bmatrix} Y_{v,\tau}^{(1)} \\ Y_{v,\tau}^{(2)} \\ \vdots \\ Y_{v,\tau}^{(n)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{v,\tau-1}^{(1)} & X_{v,\tau-1}^{(2)} & \dots & X_{v,\tau-1}^{(n)} \end{bmatrix} \dots (14)$$

$$S_{yx}(\tau-1, \tau) = \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N Y_{v,\tau}^{(j)} X_v^{(j)T}$$

$$= \frac{1}{N-1} \sum_{v=1}^N \begin{bmatrix} Y_{v,\tau-1}^{(1)} \\ Y_{v,\tau-1}^{(2)} \\ \vdots \\ Y_{v,\tau-1}^{(n)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_v^{(1)} & X_v^{(2)} & \dots & X_v^{(n)} \end{bmatrix} \dots (15)$$

Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut di atas, maka dapat disusun suatu program komputer (*software*) yang bisa digunakan untuk membangkitkan data curah hujan/debit tahunan menjadi data curah hujan/debit bulanan dengan mudah.

Sebagai contoh, pada makalah ini disajikan pembangkitan data curah hujan tahunan sintetik menjadi curah hujan bulanan yang diaplikasikan pada DAS Bengawan Solo.

KEANDALAN MODEL DISAGREGASI

Hasil pembangkitan yang dilakukan dengan model disagregasi tersebut di atas harus di uji, apakah hasil pembangkitan yang telah dilakukan sudah memenuhi syarat yang ditentukan atau tidak. Parameter yang harus diuji adalah nilai purata ($\bar{Y}$) dan simpangan baku (α). Apabila parameter hasil pembangkitan tersebut sudah terletak di dalam batas toleransi yang ditentukan maka berarti hasil pembangkitannya cukup baik.

Batas interval untuk menguji nilai purata dengan tingkat kepercayaan 90% dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_{\alpha} = \mu_0 \pm 1.64 \alpha / \sqrt{n} \dots (16)$$

di mana :

X_{α} = Batas interval nilai purata

μ_0 = Nilai purata data sejarah (historis)

α = Nilai simpangan baku data sejarah (historis)

N = Jumlah data sintetik hasil pembangkitan

Sedangkan untuk menguji nilai simpangan baku, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$X_{hitung}^2 = \frac{(n-1)S^2}{\alpha^2} \dots (17)$$

di mana :

S = Nilai simpangan baku data sintetik

α = Nilai simpangan baku data sejarah (historis)

Jika nilai X^2_{hitung} > nilai *Chi-square* dengan derajat kebebasan (n-1) yang dapat dibaca pada tabel *Chi-square*, maka data sintetis hasil pembangkitan cukup baik. Tabel *Chi-square* dapat dilihat diantaranya di dalam buku-buku statistik.

CONTOH APLIKASI.

Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu yang terletak di daerah Jawa Tengah mempunyai luas areal kurang lebih 1350 km². Pada DAS tersebut terdapat beberapa station pengamat hujan diantaranya adalah station Pracimantoro, Batuwarno, Tirtomoyo dan Jatisono.

Data curah hujan bulanan yang tersedia pada DAS tersebut adalah untuk jangka waktu 29 tahun yaitu mulai dari tahun 1959 sampai dengan tahun 1987. Data curah hujan tahunan tersebut sudah dibangkitkan secara stokastik dengan menggunakan model Autoregressive (AR) sehingga diperoleh data sintetis 100 tahun (proses pembangkitan dengan model AR tidak dibahas). Pada makalah ini, data sintetis curah hujan tahunan 100 tahun tersebut (tabel.1) yang akan dibangkitkan / didistribusikan dengan menggunakan model disagregasi temporal sehingga diperoleh data sintetis curah hujan bulanan. Pembangkitan dilakukan dengan menyusun suatu program komputer di mana hasil pembangkitannya disajikan pada tabel 3.

Tahapan Pemodelan

Prosedur pemodelan disagregasi temporal untuk membangkitkan data curah hujan/debit bulanan dapat dilakukan melalui 4 tahapan sbb. :

1. Analisis pendahuluan dan pengenalan model.
Data rangkaian waktu tahunan harus dicek kenormalannya, jika data tidak normal maka harus dinormalkan dulu

dengan menggunakan fungsi pindahan/transfer yang cocok (bentuk akar, logaritma atau yang lain). Rangkaian waktu yang digunakan dalam pemodelan adalah rangkaian waktu yang normal dikurangi dengan nilai puratanya, kemudian dilengkapi dengan bilangan acak yang mempunyai nilai purata = 0 dan simpangan baku = 1.

2. Taksiran parameter model.

Untuk menaksir besarnya parameter model dapat dilakukan sebagaimana sudah dijelaskan pada sub bab taksiran parameter model disagregasi, di mana hasil pembangkitan disagregasi akan memuaskan jika :

- Jumlah parameter matrik A = 1 (halaman lampiran, tabel 2 ⇒ memenuhi syarat)
- Jumlah masing-masing kolom parameter matrik B = 0 (tabel 2 ⇒ memenuhi syarat)
- Jumlah masing-masing kolom parameter matrik C = 0 (tabel 2 ⇒ memenuhi syarat)

3. Pengujian keandalan model.

Sebagaimana sudah dijelaskan pada Bab III, maka pengujian nilai purata data hasil pembangkitan disajikan pada pada halaman lampiran tabel 4 , di mana dapat diamati bahwa hasil pembangkitan hujan bulanan dengan model disagregasi masih terletak dalam batas interval yang ditentukan yaitu masih terletak di dalam batas atas dan batas bawah, yang berarti bahwa hasil pembangkitannya cukup baik. Sedangkan untuk pengujian standar deviasi disajikan pada tabel 5, di mana dapat diamati bahwa hasil pembangkitan hujan bulanan dengan model disagregasi, harga X^2_{hitung} >

Chi square dari tabel, yang berarti sudah memenuhi syarat yang ditentukan. Dari ke dua pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil pembangkitan / distribusi hujan tahunan menjadi hujan

bulanan dengan menggunakan model disagregasi temporal cukup baik dan memenuhi syarat yang sudah ditentukan.

karena parameter statistik yang diperoleh masih terletak dalam batas interval yang sudah ditentukan.

KESIMPULAN

1. Model disagregasi dapat digunakan untuk membangkitkan data hidrologi dengan hasil yang cukup baik, karena memenuhi syarat-syarat statistik yang sudah ditentukan.
2. Model ini dapat dikombinasikan dengan model stokastik yang lain, misalnya model autoregressive (AR) untuk membangkitkan data tahunan.
3. Hasil pembangkitan data curah hujan tahunan menjadi data curah hujan bulanan dengan menggunakan model disagregasi temporal cukup baik,

DAFTAR PUSTAKA

- Amrinsyah Nasution, 1987. *Fortran 77, Pengenalan Program dan Terapannya*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Box, G.E.P. and Jenkins, G., 1970. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, Holden Day, Inc.
- Salas, J.D., et.al., 1980. *Applied Modelling of Hydrologic Time Series*, Water Resources Publications, Colorado.
- Viessman, Warren, et.al., 1977. *Introduction to Hydrology, Second Edition*, Harper & Row Publisher, New York.

Tabel 1 : Data sintetik hujan tahunan.

No	Hujan tahunan	No	Hujan tahunan	No	Hujan tahunan	No	Hujan tahunan	No	Hujan tahunan
1	1915	21	1761	41	1442	61	1459	81	1459
2	1351	22	1805	42	2674	62	1756	82	1756
3	1543	23	1605	43	1751	63	1529	83	1529
4	1526	24	1713	44	1117	64	1628	84	1628
5	1893	25	3148	45	1672	65	2376	85	2376
6	1522	26	1286	46	2102	66	1975	86	1975
7	1644	27	2328	47	1836	67	2388	87	2388
8	1918	28	2333	48	1558	68	1392	88	1392
9	1662	29	1875	49	1280	69	2299	89	2299
10	1495	30	1420	50	2685	70	1097	90	1097
11	2010	31	2163	51	1807	71	1989	91	1989
12	1892	32	1618	52	1354	72	1345	92	1345
13	1957	33	1259	53	1296	73	2354	93	2354
14	2302	34	1710	54	1584	74	1818	94	1818
15	1354	35	2364	55	2095	75	2114	95	2114
16	1400	36	1873	56	1957	76	2384	96	2384
17	1841	37	1676	57	2163	77	1660	97	1660
18	1395	38	1955	58	1223	78	1407	98	1407
19	1588	39	1936	59	2136	79	1901	99	1901
20	1913	40	1944	60	2487	80	1921	100	1921

Tabel 2 : Parameter matrik A, B dan C

Parameter matrik A :

0,0047	0,0424	0,1204	-0,0006	0,1779	0,1416	0,1392	0,0402	0,0951	0,0884	0,1177	0,0331
--------	--------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Parameter matrik B :

2,3368	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,1393	2,0115	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,2843	0,2128	2,5322	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,3944	-0,5401	-0,3317	2,0750	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,8773	0,2252	0,0761	0,6106	2,8172	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,3729	-0,3351	0,4304	-0,7437	-0,6082	1,2293	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,3971	-0,5194	-0,1709	-0,3231	-0,6502	0,6281	1,2139	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,1296	-0,0713	-0,1713	-0,0209	-0,5625	-0,0515	0,1185	0,7424	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
-0,1028	-0,7152	-0,7810	-1,3136	0,0139	-0,6140	0,1394	0,4397	1,2015	0,0000	0,0000	0,0000
1,8278	0,2111	-0,4082	-0,7415	-0,0703	-1,0300	-0,5445	-0,7167	-0,4146	0,8434	0,0000	0,0000
1,0089	-0,3756	-0,7544	-0,5173	0,1223	-1,2439	-0,3559	-0,4281	-0,0476	0,1716	1,6884	0,0000
0,3704	-0,1044	-0,4205	0,9727	1,0621	1,0810	-0,5719	-0,0354	-0,7414	-1,0170	-1,6883	0,0000

0,0003	-0,0006	0,0007	-0,0018	0,0001	-0,0009	-0,0005	0,0019	-0,0022	-0,0019	0,0001	0,0000
--------	---------	--------	---------	--------	---------	---------	--------	---------	---------	--------	--------

Parameter matrik C :

-0,4524	-0,6264	0,3248	-0,1356	0,1340	-0,1420	-0,0758	0,4102	-0,4728	-0,1719	0,2086	0,3796
0,2662	-0,2778	0,0408	0,0347	0,0873	-0,0792	-0,0066	-0,1038	-0,1923	0,1192	0,1473	0,2282
0,0530	0,1394	-0,1412	-0,2690	0,1736	-0,0368	-0,1855	0,3807	-0,1448	0,3408	-0,3063	0,2655
-0,1367	0,0709	0,2480	0,1202	0,0458	0,0091	0,3810	-0,1461	-0,1523	-0,4013	-0,2931	-0,2176
0,3096	0,3085	-0,1963	0,2492	-0,0074	0,4888	-0,3274	-0,6965	0,3176	0,0197	0,1186	0,1464
0,3897	0,0586	-0,0014	-0,0484	-0,5311	0,0413	0,0292	-0,2407	0,0470	0,2348	0,2930	-0,0796
-0,0636	-0,1382	-0,0932	-0,1075	-0,1104	-0,3316	0,3418	0,0455	-0,2321	0,1337	0,3801	0,0584
0,0266	-0,0506	0,1108	0,1272	0,0199	0,1107	-0,2543	-0,0664	0,0646	-0,1589	0,0156	-0,0171
-0,1225	0,1496	-0,0443	0,0201	0,0796	0,0196	-0,1205	0,6519	0,0168	-0,0102	0,0524	-0,2637
0,1033	0,1440	0,0421	0,1674	0,0287	0,2073	0,1685	-0,4120	0,7103	0,0883	-0,7714	-0,2600
-0,2416	0,3300	-0,1095	0,0543	-0,0280	0,0625	0,1015	-0,6076	0,3059	-0,0484	-0,0572	-0,1824
-0,1316	-0,1077	-0,1803	-0,2117	0,1079	-0,3496	-0,0519	0,7827	-0,2672	-0,1463	0,2122	-0,0579

0,000	0,0003	0,0003	0,0009	-0,0002	0,0002	0,0001	-0,0020	0,0008	-0,0004	-0,0001	-0,0003
-------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------	---------	---------	---------

Tabel 3 : Hasil Pembangkitan Model Disagregasi

HASIL DISTRIBUSI HUJAN TAHUNAN MENJADI HUJAN BULANAN

	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	JUMLAH
1	331	320	449	127	69	64	15	11	11	68	136	316	1915
2	311	301	218	135	45	21	2	2	30	85	156	43	1351
3	221	249	140	179	14	58	30	7	5	57	178	405	1543
4	353	335	185	86	170	29	5	0	3	13	152	195	1526
5	206	232	372	260	84	16	19	6	22	134	344	198	1893
6	568	306	45	71	0	20	10	2	2	1	37	461	1522
7	290	315	205	176	46	42	14	11	0	16	53	477	1644

Distribusi Data Tahunan Menjadi Data Bulanan

8	372	309	309	142	21	50	10	9	14	100	99	482	1918
9	398	228	426	121	108	29	1	1	2	60	99	189	1662
10	298	206	213	179	66	16	4	10	17	131	227	127	1495
11	321	379	467	51	67	111	68	8	79	60	197	203	2010
12	358	269	138	229	192	50	11	8	37	91	248	260	1892
13	257	440	234	64	248	19	28	14	58	124	245	224	1957
14	341	322	513	218	218	31	83	2	19	10	186	359	2302
15	337	28	130	247	18	0	10	0	3	53	38	234	1354
16	227	219	245	99	100	69	1	1	25	56	217	141	1400
17	329	227	161	146	142	53	20	9	57	50	329	318	1841
18	318	355	89	43	10	6	1	7	17	72	162	316	1395
19	315	197	285	127	78	52	27	1	1	1	88	416	1588
20	571	238	274	318	39	8	2	4	15	20	80	344	1913
21	509	464	299	112	15	43	22	10	10	18	80	180	1761
22	105	175	376	206	159	129	3	1	32	198	190	231	1805
23	629	235	131	138	32	0	7	10	4	43	144	232	1605
24	392	305	275	117	61	44	8	0	0	4	8	499	1713
25	339	316	507	321	443	70	48	36	89	335	552	93	3148
26	540	293	100	36	5	1	2	0	27	15	0	266	1286
27	91	288	563	371	129	41	4	0	32	266	201	340	2328
28	834	307	315	131	49	52	83	29	55	21	61	396	2333
29	178	218	177	295	195	57	3	1	30	269	293	158	1875
30	303	331	314	11	49	9	0	9	9	40	95	251	1420
31	303	250	450	197	82	93	66	11	32	52	143	484	2163
32	406	229	171	277	10	7	2	21	36	130	163	164	1618
33	188	322	128	117	56	39	6	2	2	27	79	295	1259
34	308	285	224	188	21	12	1	3	2	105	257	304	1710
35	402	508	482	83	135	125	67	3	15	25	270	250	2364
36	242	325	338	158	98	125	25	16	52	83	235	177	1873
37	447	197	168	162	88	37	8	4	23	54	178	309	1676
38	258	391	422	58	187	116	19	0	8	119	203	174	1955
39	455	230	261	249	231	24	25	1	2	19	219	221	1936
40	344	435	216	179	189	14	12	11	21	40	247	237	1944
41	216	205	207	196	42	1	7	1	9	16	51	491	1442
42	773	484	528	115	128	55	58	27	22	12	119	355	2674
43	317	414	392	73	125	33	0	1	30	165	111	90	1751
44	97	122	175	239	0	140	3	3	5	115	107	242	1117
45	662	197	140	174	62	10	53	9	10	5	157	194	1672
46	247	311	206	257	5	134	82	9	2	48	104	696	2102
47	400	152	351	197	89	76	29	1	4	87	217	234	1836
48	414	336	118	215	21	28	7	7	0	50	110	250	1558
49	187	151	167	119	8	42	6	1	26	57	116	400	1280

50	598	393	363	142	344	143	112	13	17	18	113	428	2685
51	225	382	382	299	116	4	11	4	24	176	191	91	1807
52	413	190	172	120	9	34	49	7	67	17	86	190	1354
53	152	271	117	262	40	26	0	0	2	74	52	299	1296
54	452	196	204	143	11	10	19	21	34	32	207	255	1584
55	393	397	371	42	179	186	81	4	54	18	121	253	2095
56	279	187	341	310	285	26	4	1	3	148	180	193	1957
57	464	362	493	95	143	40	63	18	81	60	131	212	2163
58	309	180	137	271	34	1	0	0	1	32	6	252	1223
59	268	317	217	376	63	9	6	12	6	260	230	373	2136
60	485	617	720	6	103	103	39	0	1	26	79	309	2487
61	234	249	363	264	83	34	2	0	5	50	80	95	1459
62	502	318	257	194	69	11	0	18	3	40	130	214	1756
63	250	397	188	114	23	28	2	12	15	43	36	420	1529
64	400	168	388	191	145	1	3	0	1	40	110	181	1628
65	678	571	339	190	67	19	41	12	4	7	115	332	2376
66	148	369	425	295	159	48	2	7	1	69	99	351	1975
67	552	215	386	272	77	14	63	27	81	77	222	403	2388
68	264	338	184	145	1	28	11	1	1	130	204	85	1392
69	198	348	398	59	196	250	78	2	94	96	396	182	2299
70	265	117	51	174	68	12	1	0	1	60	209	138	1097
71	330	456	219	39	182	83	40	1	15	72	323	230	1989
72	139	272	261	200	95	5	0	2	3	11	115	240	1345
73	606	207	404	115	43	83	110	33	70	36	273	376	2354
74	530	433	145	100	128	96	67	1	20	21	52	225	1818
75	90	168	445	338	191	41	13	1	1	302	366	157	2114
76	849	478	335	98	42	26	73	11	24	0	182	266	2384
77	187	260	234	176	96	152	19	2	7	77	197	251	1660
78	359	302	92	116	93	0	6	0	14	91	190	144	1407
79	193	196	492	129	143	75	33	1	1	10	105	523	1901
80	872	189	179	366	22	20	5	4	1	0	95	168	1921
81	313	335	95	280	57	32	9	10	1	0	18	430	1580
82	282	434	639	192	150	23	5	16	25	180	228	324	2500
83	484	240	216	153	133	3	0	5	53	19	87	322	1716
84	382	243	372	145	37	5	1	6	5	70	64	249	1581
85	288	332	436	287	104	89	36	15	19	157	345	310	2417
86	472	306	338	78	78	167	72	3	28	6	17	410	1976
87	371	326	172	239	159	1	23	0	9	128	64	176	1666
88	369	441	502	72	226	125	113	37	123	42	182	419	2654
89	423	261	104	257	115	1	9	4	42	60	171	175	1622
90	67	207	244	225	50	23	17	8	55	220	435	282	1832
91	774	219	137	85	55	1	13	2	4	11	121	266	1688

Distribusi Data Tahunan Menjadi Data Bulanan

92	364	374	227	139	122	40	15	7	1	9	75	168	1540
93	477	241	274	258	39	23	23	0	1	0	24	275	1637
94	474	454	414	211	105	71	33	46	11	30	135	396	2379
95	361	184	77	169	14	4	14	2	2	0	14	131	973
96	235	287	374	220	88	99	16	15	6	153	174	419	2087
97	606	474	504	40	162	48	44	5	45	28	165	125	2245
98	196	235	125	217	29	27	1	12	115	115	200	276	1548
99	342	196	166	70	125	22	0	4	19	12	138	280	1375
100	545	234	283	92	20	1	1	7	9	13	79	461	1746
Rata	368	297	283	171	95.7	45.8	24.2	7.59	22.3	69.7	156	276.5	1816.7
Sdev	169	99.2	140	86	77.8	46.8	28.5	9.48	28.5	70.6	98.3	117.3	398.67

Tabel 4 : Pengujian nilai purata hasil pembangkitan dengan Tingkat Kepercayaan 90 %

Bulan	Data Sejarah μ_0	Batas Bawah X_{α}	Disagregasi X	Batas Atas X_{α}
1	362.05	340.06	368	384.03
2	295.47	281.50	297	309.43
3	281.20	262.99	283	299.41
4	168.58	155.15	171	182.01
5	98.31	84.21	95.7	112.41
6	43.69	35.12	45.8	52.25
7	19.44	14.23	24.2	24.66
8	7.34	5.54	7.59	9.15
9	21.38	16.00	22.3	26.76
10	66.99	56.10	69.7	77.87
11	152.23	138.41	156	166.06
12	274.94	255.59	276.5	294.28
Tahun	1792.18	1726.53	1816.7	1857.82

Tabel 5 : Pengujian standar deviasi hasil pembangkitan dengan Tingkat Kepercayaan 90 %

Bulan	Data Sejarah α	Disagregasi S	Chi-hit X^2_{hit}	Chi-tab X^2_{tab}
1	134.07	169.47	158.17	73.35
2	85.15	99.19	134.33	73.35
3	111.03	140.35	158.19	73.35
4	81.91	86.01	109.17	73.35
5	85.98	77.75	80.94	73.35
6	52.23	46.78	79.43	73.35
7	31.79	28.45	79.29	73.35
8	10.99	9.48	73.61	73.35
9	32.80	28.45	74.50	73.35
10	66.36	70.63	112.15	73.35
11	84.29	98.26	134.54	73.35
12	117.96	117.27	97.84	73.35
Tahun	400.27	398.67	98.21	73.35