

**PERKIRAAN KARAKTERISTIKA CURAH HUJAN
DENGAN ANALISIS BANGKITAN DATA**

***RAINFALL CHARACTERISTICS ESTIMATE
USING DATA GENERATION ANALYSIS***

Sukadi¹ dan Sudjarwadi²

Program Studi Teknik Sipil
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

Abstract

Planning and design of hydraulics works requires hydrology analysis with rainfall data as the main reference. Rainfall has space and time characteristics. Therefore the rainfall data from local gauge are needed. The recorded rainfall data have not always been complete, therefore a technique for providing data is needed to make optimal interpretation based on historical data. This study utilizes data generation technique to estimate the rainfall characteristics at the area of interest.

The rainfall data to be analyzed is the recorded data during five year period in four rainfall gauges in Madiun river basin. The rainfall characteristics is analyzed by descriptive statistic method for studying the parameters comprise the average, variances, standard deviation, skewness, kurtosis and coefficient of autocorrelation. To investigate the characteristics of rainfall in the future, a synthetic data is generated base on standard random numbers, then transformed them into exponential or gamma distribution which in agreement to historical data characteristics. The similarity of means and variances between historical and synthetic data is analyzed by test of hypothesis.

The result of analysis shows that the average depth of rainfall is between 2 to 4 mm/hr, with standard deviation between 4.64 to 5.25 mm/hr. Most of rainfall is in the range of 0 to 8 mm/hr, therefore it has high skewness and kurtosis. Average rainfall duration for all gauges is 2 hours, and it is identified that the rainfall movement is from upstream to downstream. The data distribution is of exponential or gamma, the goodness of fit test with $\alpha=0.05$ shows that $\chi^2_{\text{calculated}} < \chi^2_{\text{table}}$. The result of hypothesis test for similarity of means shows that $Z_{\text{calculated}} < Z_{\text{table}}$ and similarity of variances shows that $F_{\text{calculated}} < F_{\text{table}}$. Therefore the test of similarity of means and variances between historical and synthetic data can be accepted.

Key Words: *Rainfall characteristics, statistics distribution, generating data.*

¹ Fakultas Teknik Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

² Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

I. PENGANTAR

A. Latar Belakang Masalah

Hujan memiliki karakteristik sesuai dengan ruang dan waktunya. Karakteristika tersebut menyebabkan pengamatan untuk setiap daerah pengaliran sungai akan memiliki sifat-sifat yang tersendiri dan berlaku untuk daerah itu sendiri. Karakteristika hujan dalam pengembangan sumber daya air adalah kedalaman, intensitas, lama hujan (*duration*), daerah tangkapan dan arah gerak hujan.

Untuk mengetahui karakteristik hujan diperlukan data hujan dari stasiun pengamatan setempat. Data hujan untuk setiap daerah pengaliran sungai tidak selalu lengkap. Dikarenakan jumlah data yang sering tidak memadai, maka diperlukan suatu teknik untuk dapat menyediakan data dalam bentuk data prediksi. Proses memprediksi data dilakukan dengan pembangkitan data untuk mendapat interpretasi optimal dari data yang kurang lengkap.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik hujan pada daerah pengaliran sungai. Serta melakukan bangkitan data untuk menambah panjang data dalam memperkirakan karakteristik curah hujan.

B. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

1. Hujan dan Pengukuran Hujan

Unsur-unsur hujan yang perlu diketahui dalam suatu perencanaan bangunan dijelaskan oleh Soemarto (1995), sebagai berikut : (a) intensitas dalam mm/menit, mm/jam, mm/hari; (b) lama waktu atau durasi dalam menit atau jam; (c) tinggi hujan dalam mm atau inchi; (d) frekuensi; dan (e) luas cakupan hujan, dalam km².

Untuk mendapatkan data hujan perlu dilakukan pengukuran hujan dengan menggunakan alat pengukur hujan (*raingage*). Dalam pemakaiannya terdapat dua jenis alat ukur hujan (Sri Harto, 2000), yakni :

- a. Penakar hujan biasa (*manual raingage*)
- b. Penakar hujan otomatis (*automatic raingage*)

2. Variabilitas dan Distribusi Hujan

Terjadinya hujan memiliki variasi menurut waktu dan ruangnya. Distribusi waktu hujan menggambarkan variasi dari kedalaman hujan dengan durasi. Hal itu

dapat dijelaskan sebagai salah satu bentuk diskrit atau kontinyu. Bentuk diskrit digambarkan sebagai bentuk *hyetograph*, sebuah histogram antara kedalaman hujan (atau intensitas hujan) dengan bertambahnya waktu sebagai absis dan kedalaman hujan sebagai ordinat. Bentuk kontinyu adalah distribusi waktu hujan, sebuah fungsi yang menjelaskan laju kumulatif hujan dengan waktu.

Variabilitas hujan tidak saja waktu (*temporal*) tetapi ruang/tempat, hal ini hampir sama karena hujan tidak jatuh secara merata di dalam satu lokasi (*catchment*). Kondisi topografis Indonesia yang pada posisi daerah tropis pola distribusi hujan yang ada memiliki tingkat variabilitas cukup tinggi. Sehingga apabila diperlukan untuk perencanaan bangunan air sering ditemukan ketidakpastian dari data hujan tersebut. Walaupun demikian ketidakpastian ini tidak menjadikan kita mengambil sembarang dalam menetapkan pola distribusi hujan. Distribusi hujan yang umum digunakan adalah dalam bentuk jam-jam, harian dan bulanan.

3. Karakteristika Hujan

Karakteristika hujan tersebut dapat memberikan kontribusi pada saat pengalihragaman hujan menjadi aliran (*runoff*), sehingga dapat ditentukan pola banjir yang akan direncanakan.

a. Kedalaman Hujan

Besaran hujan didapatkan dari hasil pengukuran baik manual maupun otomatis dengan satuan kedalaman hujan yaitu milimeter (mm) atau inchi (in). Untuk kepentingan analisis hidrologi, data hujan tidak hanya dalam bentuk harian (24 jam) tetapi diperlukan data dalam bentuk jam-jaman.

b. Lama Hujan

Proses terjadinya hujan dari mulai sampai berhentinya hujan dinamakan dengan lama hujan (*duration*) dengan satuan menit atau jam. Apabila besarnya kedalaman hujan dibagi dengan lamanya hujan, maka didapatkan intensitas hujan yang dinyatakan dengan mm/jam. Intensitas hujan dapat menentukan sifat dan keadaan hujan (Suyono Sosrodarsono, 1987), seperti yang terdapat dalam Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Keadaan hujan dan intensitas curah hujan

Keadaan curah hujan	Intensitas curah 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

(Sumber: Suyono Sosrodarsono, 1987)

c. Arah Gerak Hujan

Ada beberapa penelitian yang dilakukan oleh Robert dan Klingeman (1967, dalam Sri Harto, 1985) mengenai arah gerak hujan, yaitu : (a) arah gerak hujan dari hilir ke hulu, menyebabkan sifat hidrograf yang naik sangat dini (*early rise*) dengan puncak lebar dan liku resesi yang panjang; (b) arah gerak dari hulu ke hilir, hujan yang jatuh dari daerah hulu ke hilir menyebabkan terlambatnya perjalanan air dari hulu. Penjelasan dari arah gerak hujan terhadap pola hidrograf dalam daerah pengaliran sungai dapat digambarkan seperti di bawah ini.

4. Parameter Statistik

Komponen parameter yang termasuk dalam analisis statistik adalah rerata, variansi, deviasi standar, median, modus, koefisien skewness, dan koefisien kurtosis. Sedangkan untuk melihat ketergantungan dari data yang satu terhadap data yang lainnya dalam satu rangkaian data ditunjukkan dengan koefisien autokorelasi. Rumus autokorelasi adalah:

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^{N-j} (X_i - \bar{X}_i) (X_{i+j} - \bar{X}_{i+j})}{\left[\sum_{i=1}^{N-j} (X_i - \bar{X}_i)^2 \sum_{i=1}^{N-j} (X_{i+j} - \bar{X}_{i+j})^2 \right]^{1/2}} \quad (1)$$

dengan:

- r_j = koefisien autokorelasi antar bulan pengamatan
- X_i = data ke- i
- \bar{X}_i = rerata hitung
- \bar{X}_{i+j} = rerata hitung bulan ke $i+j$
- N = jumlah data
- j = bulan ke j

5. Kesesuaian dan Kecocokan Distribusi Statistik

Penyebaran data kejadian hujan dapat digambarkan dengan suatu histogram, yang dilakukan melalui pembuatan distribusi frekuensinya. Bentuk histogram akan memberikan gambaran kasar bentuk distribusi dari data tersebut. Walaupun demikian untuk memastikannya diperlukan suatu analisis pengujian, apakah distribusi peluang tersebut mengikuti distribusi yang kita inginkan.

Suatu data yang diilustrasikan sebagai hubungan antara waktu dan kejadian hujan dapat digambarkan mengikuti garis eksponensial. Penyebaran data tersebut apabila dibuat distribusinya maka akan mengikuti bentuk distribusi eksponensial. Rumus probability density function dari distribusinya dituliskan dengan:

$$p_x(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (2)$$

dan distribusi kumulatifnya dapat dirumuskan sebagai :

$$P_x(x) = \int_0^x \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda x} \quad x > 0 \quad (3)$$

Nilai rata-rata dan variansi distribusi eksponensial adalah :

$$E(x) = 1/\lambda \quad (4)$$

$$\text{Var}(x) = 1/\lambda^2 \quad (5)$$

dimana:

p_x = fungsi kerapatan probabilitas kurva eksponensial

P_x = fungsi distribusi kumulatif kurva eksponensial

X = data ke-i

λ = parameter skala

$E(x)$ = rerata populasi

$\text{Var}(x)$ = variansi populasi

Distribusi gamma merupakan distribusi yang dapat diatur bentuk dan skalanya, disebabkan distribusi ini mempunyai parameter bentuk dan parameter skala (Sudjarwadi, 1999). Fungsi kerapatan probabilitasnya dapat ditulis sebagai berikut :

$$p_x(x) = \frac{\lambda^\eta X^{\eta-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\eta)} \quad (6)$$

sedangkan untuk kumulatif distribusinya adalah:

$$P_x(x) = 1 - e^{-\lambda x} \sum_{j=0}^{\eta-1} \frac{(\lambda X)^j}{j!} \quad (7)$$

Distribusi gamma memiliki parameter-parameter dengan hubungan sebagai berikut ini:

$$E(X) = \frac{\eta}{\lambda} \quad (8)$$

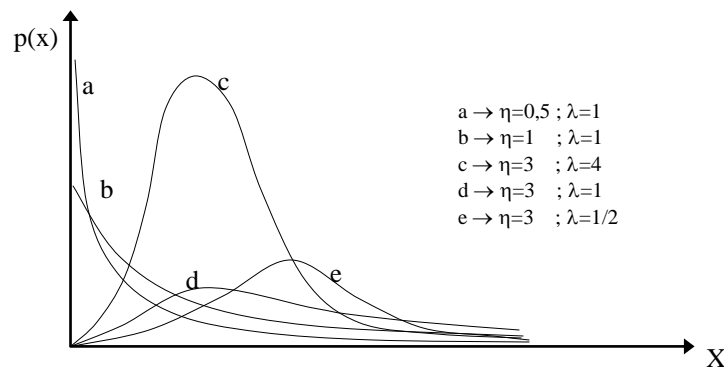
$$\text{Var}(X) = \frac{\eta}{\lambda^2} \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\eta}} \quad (10)$$

dimana:

- p_x = fungsi kerapatan probabilitas kurva gamma
- P_x = fungsi distribusi kumulatif kurva gamma
- X = data ke-i
- λ = parameter skala
- η = parameter bentuk
- $E(x)$ = rerata populasi
- $\text{Var}(x)$ = variansi populasi
- γ = koefisien kemencengan untuk distribusi gamma

Secara umum grafik dari distribusi gamma dapat digambarkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Grafik distribusi gamma
(Sumber: Sudjarwadi, 1999)

Untuk mengetahui kecocokan distribusi dilakukan uji terhadap distribusi tersebut, yaitu dengan mengetahui penyimpangan kumulatif distribusi antara data observasi dengan prediksi. Cara pengujian yang umum digunakan untuk hal tersebut adalah cara Chi-Kuadrat (χ^2) dan Kolmogorov Smirnov. Rumusan uji Chi-kuadrat dapat ditulis sebagai :

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (11)$$

dengan :

k = jumlah kelas interval

O_i = data hasil observasi

E_i = expected berdasarkan distribusi teoritis yang diasumsikan

χ_c^2 = distribusi Chi-kuadrat, dengan derajat kebebasan $k-p-1$

Sedangkan untuk pengujian distribusi probabilitas dengan Kolmogorov Smirnov yaitu :

$$D = \max [P_x(x) - S_n(x)] \quad (12)$$

dengan :

$P_x(x)$ = kumulatif distribusi dari data observasi

$S_n(x)$ = kumulatif distribusi dari fungsi teoritis

6. Bangkitan Data

Dalam Haan (1979), pembangkitan data dapat digunakan dengan distribusi probabilitas, yaitu mensintetiskan bilangan random dengan interval 0 sampai 1 dari fungsi probabilitas kumulatif. Kemudian variabel random dihubungkan dengan variat probabilitas distribution function (*pdf*), dengan formulasi :

$$P_y(y) = \int_{-\infty}^y p_y(x) dx \quad (13)$$

Prosedur untuk membangkitkan bilangan random untuk $p_y(x)$ dengan langkah sebagai berikut :

1. Pilih bilangan random (R_u), dari distribusi probabilitas dengan interval (0,1) melalui pembangkitan oleh komputer program excel ($=RAN(I)$)
2. Transformasi dari bilangan random dengan distribusi seragam menjadi bilangan random dengan distribusi eksponensial gamma

$$Ru_g = \frac{2}{g_{t,j}} \left[1 + \frac{g_{t,j} \cdot Ru_i}{6} - \frac{g_{t,j}^2}{36} \right]^3 - \frac{2}{g_{t,j}} \quad (14)$$

dengan

$$g_{t,j} = \frac{g_{j+1} - r_j^2 \cdot g_j}{(1 - r_j^2)^{3/2}} \quad (15)$$

dimana:

Ru_g = bilangan acak dengan distribusi gamma

Ru_i = bilangan acak normal baku
 $g_{t,j}$ = koefisien asimetri distribusi gamma
 g_{j+1}, g_j = koefisien asimetri musiman bulan ke $j+1$ dan ke j
 r_j = koefisien korelasi antara bulan ke j dan ke $j+1$.

3. Dengan persamaan (13) untuk $P_y(y) = Ru_g$

4. Selesaikan nilai y .

$$Y = - \ln (Ru_g)/\lambda \quad (16)$$

dimana:

Ru_g = bilangan random hasil transformasi (berdistribusi gamma)

λ = parameter bentuk distribusi gamma data historis

II. CARA PENELITIAN

Penelitian mengambil sampel pengamatan dan sumber data hujan di lokasi daerah pengaliran sungai (DPS) Madiun yang merupakan sub daerah pengaliran sungai Bengawan Solo Hilir, yang terletak pada wilayah Napel Jawa Timur. Lokasi pengamatan curah hujan yang digunakan sebagai sumber data adalah 4 (empat) stasiun otomatis yaitu Slahung (No. Sta. 1), Sooko (No. Sta. 4), Tulung (No. Sta. 61) dan Jejeruk (No. Sta. 29). Lama pencatatan 5 tahun dari 1984 sampai 1989.

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan pokok analisis, yaitu (1) analisis karakteristik curah hujan yang meliputi kedalaman hujan, lama hujan dan arah gerak hujan serta menganalisis jenis distribusi baik secara observasi maupun teoritis, dan (2) analisis bangkitan data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

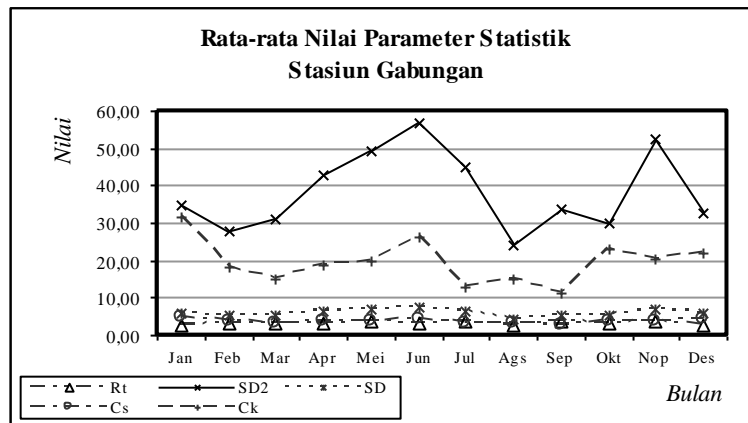
1. Analisis Parameter Statistik

a. Kedalaman Hujan

Secara garis besar memberikan hasil analisis bahwa curah hujan pada DPS tersebut banyak terjadi pada bulan Januari-April dan Nopember-Desember. Kedalaman hujan DPS Madiun dari bulan Januari hingga Desember didapatkan nilai rerata kedalaman hujan minimum sebesar 2,78 mm/jam pada bulan Agustus dan maksimum sebesar 3,99 mm/jam. Besarnya nilai rerata tersebut menunjukkan bahwa di dalam daerah pengaliran sungai tersebut memiliki intensitas yang ringan (1 – 5 mm/jam).

Tabel 2. Parameter statistik kedalaman hujan DPS Madiun

Bulan	Rata-rata Nilai Parameter Statistik								
	JH (mm)	JJH (jam)	Max (mm)	Min (mm)	Rt (mm/jam)	SD ²	SD	Cs	Ck
Jan	1724,8	612,3	60,78	0,10	2,88	35,02	5,89	4,56	31,50
Feb	1400,2	473,5	46,90	0,10	3,25	27,77	5,21	3,70	18,38
Mar	1343,1	425,5	44,50	0,10	3,12	31,16	5,53	3,39	15,08
Apr	789,8	228,5	46,48	0,10	3,45	42,76	6,45	3,84	18,89
Mei	606,4	156,5	50,43	0,10	3,80	49,04	6,81	3,85	20,07
Jun	432,0	132,3	54,40	0,10	3,31	56,82	7,25	4,50	26,05
Jul	338,4	96,8	33,80	0,10	3,72	45,01	6,19	3,36	13,01
Ags	178,8	77,0	25,13	0,10	2,78	24,01	4,46	3,39	14,81
Sep	329,6	96,8	31,25	0,10	3,52	33,69	5,53	2,73	11,17
Okt	532,3	169,8	42,80	0,10	3,17	30,22	5,46	3,99	23,13
Nop	1049,9	268,3	57,65	0,09	3,99	52,26	7,22	3,82	20,43
Des	1216,7	410,3	44,75	0,10	2,93	32,86	5,72	4,11	21,78



Gambar 2. Grafik rata-rata nilai parameter statistik stasiun di DPS Madiun

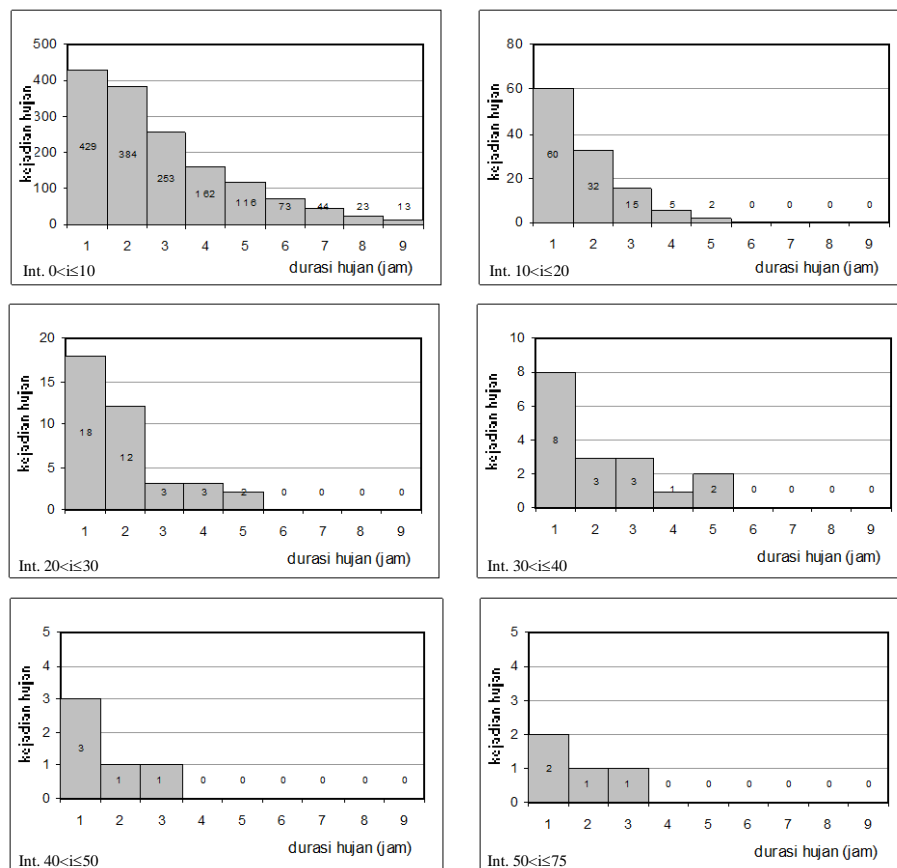
Ketidakteraturan penyebaran kejadian hujan di dalam DPS Madiun dapat dilihat dari distribusi data yang terjadi. Data cenderung mengumpul pada interval kelas 0 – 8 mm. Nilai skewnes rata-rata melebihi dari angka 0,5 yaitu minimum sebesar 2,73 (September) dan maksimum 4,56 (Januari). Hal ini menunjukkan distribusi data cenderung mengumpul pada kisaran nilai 0-8 mm/jam.

b. Lama Hujan

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ditetapkan lamanya kejadian hujan menjadi 9 (sembilan) jam. Adapun intensitas hujannya dikelompokkan menjadi 7 kelompok, yaitu dari $0 < i \leq 10$, $10 < i \leq 20$, $20 < i \leq 30$, $30 < i \leq 40$, $40 < i \leq 50$, $50 < i \leq 75$, dan $75 < i \leq 100$ mm/jam. Setiap kelompok, dibagi lagi menurut durasi 1,2,3,4,5,6,7,8, dan 9 jam. Di bawah ini disajikan hasil analisis lama hujan pada kejadian hujan tahun 1986.

Tabel 3. Durasi hujan rerata untuk seluruh stasiun pada tahun 1986

Intensitas (mm/jam)	Durasi (jam)									n Data	Durasi rerata (jam)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$0 < i \leq 10$	429	384	253	162	116	73	44	23	13	1497	2,826
$10 < i \leq 20$	60	32	15	5	2					114	1,746
$20 < i \leq 30$	18	12	3	3	2					38	1,921
$30 < i \leq 40$	8	3	3	1	2					17	2,176
$40 < i \leq 50$	3	1	1							5	1,600
$50 < i \leq 75$	2	1	1							4	1,750
$75 < i \leq 100$											
	Durasi rerata										2,003



Gambar 3. Durasi hujan tahun 1986

Mengumpulkan semua kejadian hujan dalam DPS pada tahun 1986, diperoleh durasi rerata sebesar 2,003 jam. Dengan demikian durasi rerata diambil sebesar 2 jam.

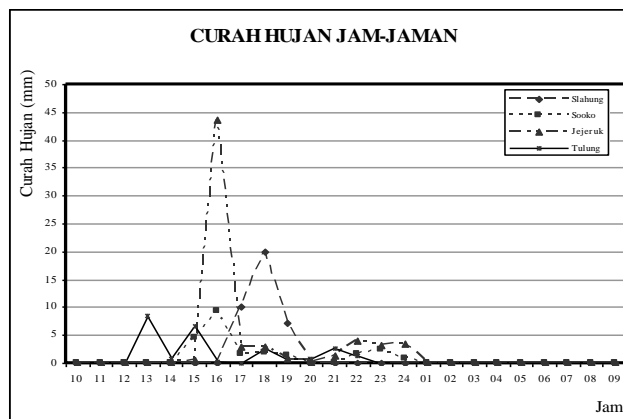
c. Arah Gerak Hujan

Mengamati data curah hujan untuk setiap jamn, pada waktu yang sama dari beberapa stasiun akan dapat terlihat dimana dan kapan mulai hujan terjadi dalam DPS.

Sebagai contoh dalam analisis pergerakan hujan, diambil waktu kejadian hujan pada tanggal 18 Januari 1985. Gambar 4 di bawah terlihat bahwa hujan dimulai dari stasiun Tulung selama dua jam lebih awal, kemudian menuju stasiun Sooko dan Jejeruk pada jam ketiga. Pada jam keempat hujan terjadi merata di dalam DPS, selama jam ke tujuh yaitu dari jam 5 (lima sore) hingga jam 7 (tujuh) malam.

Tabel 4. Data kejadian hujan pada jam dan hari yang sama

Jam	Nama Stasiun				Jam	Nama Stasiun			
	Slahung	Sooko	Jejeruk	Tutung		Slahung	Sooko	Jejeruk	Tutung
10	0	0	0	0	22	0	1,5	4,1	1,3
11	0	0	0	0	23	0	2,5	3,2	0
12	0	0	0	0	24	0	0,8	3,4	0
13	0	0	0	8,4	01	0	0	0	0
14	0	0	0	0,7	02	0	0	0	0
15	0	4,6	0,4	6,6	03	0	0	0	0
16	0	9,3	43,5	0,3	04	0	0	0	0
17	10	1,7	2,9	0,11	05	0	0	0	0
18	20	1,8	2,9	2,7	06	0	0	0	0
19	7,3	1,2	0,7	0,8	07	0	0	0	0
20	0	0	0	0,7	08	0	0	0	0
21	0	0	1,2	2,7	09	0	0	0	0

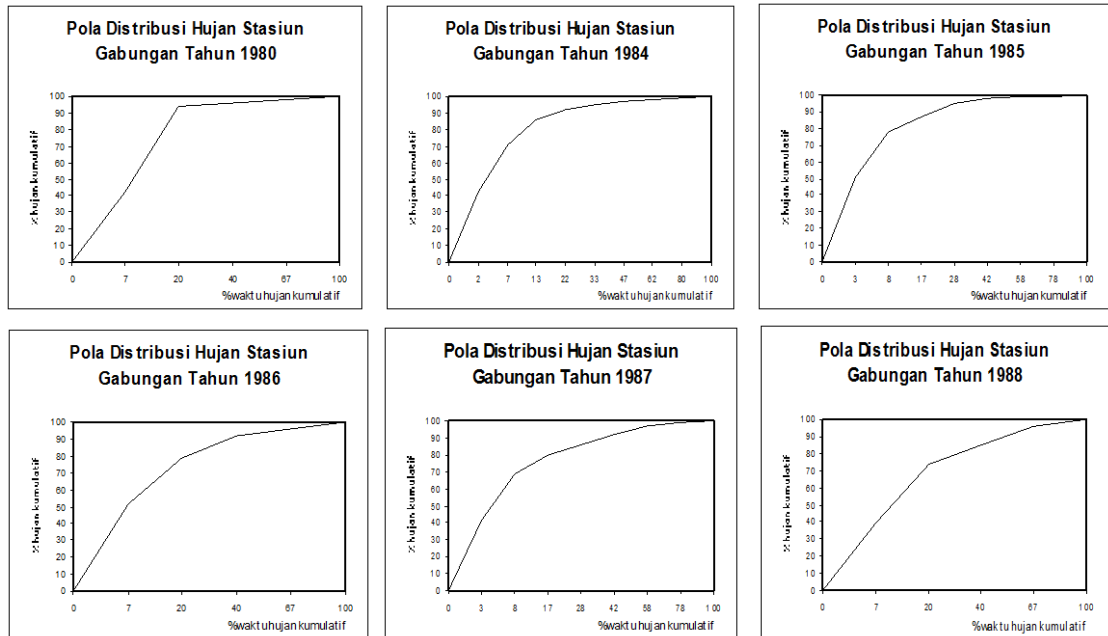


Gambar 4. Pergerakan hujan di dalam DPS pada tanggal 18 Januari 1985

d. Pola Hujan dalam DPS

Pola hujan ditetapkan berdasarkan durasi hujan rencana. Pada umumnya hujan yang lebat terjadi pada waktu yang relatif pendek, antara dua atau tiga jam. Sedangkan untuk hujan yang kecil (rintik-rintik), sering terjadi dalam waktu yang lama. Durasi hujan rencana (durasi rerata) dari hasil analisis sebelumnya menunjukkan pada besaran 2 jam.

Dari beberapa kejadian hujan dihitung nilai % kedalaman hujannya pada setiap % waktu hujan. Analisis tersebut akan mendapatkan hubungan antara % hujan kumulatif dengan % waktu hujan kumulatif. Hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pola distribusi hujan tahun 1980, 1984-1988 DPS Madiun

2. Uji Distribusi Statistik

Pengujian terhadap distribusi data curah hujan observasi dilakukan dengan analisis χ^2 (Chi-kuadrat). Pendekatan pertama dilakukan dengan distribusi Gamma, kemudian setelah dianalisis lebih lanjut dengan menyetel parameter bentuk (η) dan parameter skala (λ) hampir ada kemiripan dengan distribusi eksponensial.

Hasil pengujian distribusi statistik untuk keempat stasiun pencatat hujan menunjukkan bahwa pendekatan dengan menggunakan distribusi eksponensial dapat diterima. Nilai uji kecocokan distribusi dengan $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$. Dengan demikian distribusi eksponensial atau gamma digunakan dalam analisis selanjutnya.

3. Bangkitan Data

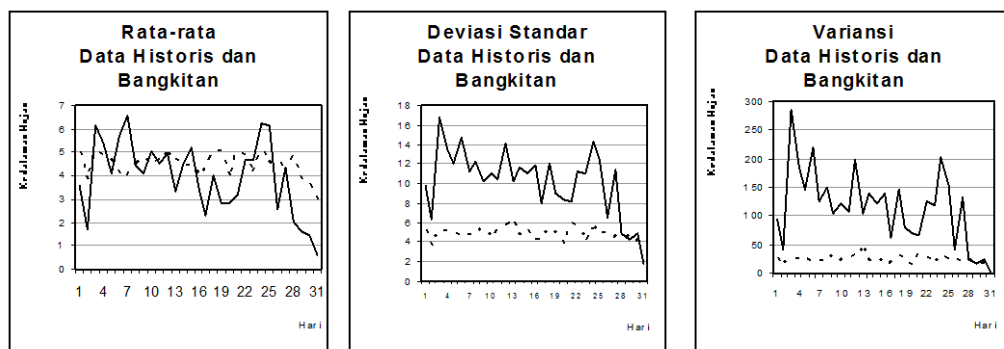
Kejadian data hujan bangkitan didasarkan atas data kejadian hujan historis. Data hujan historis yang digunakan sepanjang 60 bulan (5 tahun), dan data bangkitan

yang dibuat sepanjang 60 bulan kedepan. Hasil bangkitan data diharapkan mempunyai parameter statistik yang sama dengan data historis, walaupun tidak sama persis. Data hujan hasil bangkitan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya bila dalam pengujian kesamaan mean dan variansi berada dalam batas diterima.

a. Uji Kesamaan Mean dan Variansi

Hasil pengujian kesamaan mean untuk keempat stasiun pencatat hujan menunjukkan bahwa antara data historis dan hasil bangkitan mempunyai nilai parameter mean yang sama. Nilai uji kesamaan mean dengan $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa $Z_{hitung} < Z_{tabel}$. Dengan demikian data historis dan data hasil bangkitan berasal dari satu populasi.

Begitu juga dengan pengujian kesamaan variansi menunjukkan bahwa antara data historis dan hasil bangkitan mempunyai nilai parameter variansi yang sama. Nilai uji kesamaan variansi dengan $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$. Dengan demikian data historis dan data hasil bangkitan berasal dari satu populasi.



Gambar 6. Perbandingan parameter statistic data histories dengan data bangkitan

b. Pembahasan Hasil Bangkitan Data

Mengamati nilai parameter statistik jumlah kejadian hujan (N), hasil bangkitan data mempunyai nilai yang hampir seragam untuk setiap hari kejadian. Sementara data historis menunjukkan variabilitas kejadian yang tidak sama. Hal ini disebabkan karena parameter transformasi menunjukkan pada nilai-nilai yang stabil untuk setiap bulannya. Sehingga setiap harinya menunjukkan penyebaran data yang hampir seragam.

Pada parameter rerata, deviasi standar, nilai maksimum, nilai minimum, skewnes dan kurtosis menunjukkan perbedaan yang signifikan sesuai dengan besaran parameter transformasi. Pada data historis variabilitasnya sangat tinggi antara nilai

minimum dan maksimum, sementara pada data bangkitan menunjukkan variabilitas yang hampir seragam dengan rentang nilai yang relatif kecil.

Walaupun demikian hasil pengujian dari parameter kesamaan mean dan variansi menunjukkan nilai yang berada pada batas penerimaan. Uji kesamaan mean menunjukkan rata-rata nilai berada di bawah nilai $Z_{\alpha/2(\text{tabel})} = 1,98$. Begitu juga dengan uji kesamaan variansi menunjukkan sebagian besar nilai pengujian di bawah nilai $F_{0,025(\text{tabel})} = 4,98$. Dengan demikian data hasil menunjukkan masih dalam satu populasi dengan data historisnya. Sehingga data bangkitan dapat digunakan dalam analisis perencanaan dan perancangan pengembangan sumber daya air di lokasi pengamatan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- a. Karakteristika kedalaman hujan menunjukkan bahwa nilai parameter statistik untuk masing-masing stasiun maupun secara gabungan. Stasiun Slahung memiliki nilai parameter sebagai berikut: $\bar{X} = 2-4$ mm/jam, $SD = 4,64-5,25$ mm/jam, $Cs = 2,73-4,56$ dan $Ck = 11,17-31,50$.
- b. Memperhatikan nilai parameter statistik dari kedalaman hujan di dalam daerah pengaliran sungai, maka kejadian hujan dirata-ratakan pada kategori yang rendah. Tingkat variabilitas cukup tinggi dengan penyebaran data mengumpul pada kisaran nilai 0–5 mm/jam.
- c. Lamanya hujan menunjukkan rerata durasi sebesar 2 jam. Penggambaran pola hujan dengan menghubungkan prosentase kumulatif kedalaman hujan dengan prosentase kumulatif waktu hujan, maka didapatkan pola hujan yang cenderung terjadi pada durasi yang pendek.
- d. Mengamati kejadian data hujan jam-jaman untuk tanggal dan waktu yang bersamaan dari keempat stasiun menunjukkan bahwa pergerakan hujan diawali dari daerah hulu kemudian bergerak ke hilir.
- e. Hasil uji kecocokan jenis distribusi, penyebaran data mendekati kepada distribusi eksponensial atau gamma. Uji kecocokan distribusi pada tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$.

- f. Analisis bangkitan data menunjukkan penyebaran data mengikuti data historisnya. Uji kesamaan mean antara data historis dan data bangkitan dari keempat stasiun berada pada batas diterima pada taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$ dengan nilai $Z_{\alpha/2} < Z_{0,025(\text{tabel})}$. Begitu juga dengan uji kesamaan varian menunjukkan dua data berasal dari populasi yang sama, dengan nilai $F_{\text{hit}} < F_{\text{tab}}$. Dengan demikian data bangkitan dapat digunakan sebagai data perencanaan dan perancangan pengembangan sumber daya air di lokasi pengamatan.

2. Saran

- a. Memperhatikan nilai rerata parameter statistik data pengamatan kedalaman hujan, dapat digunakan untuk memprediksi pola kejadian hujan di dalam daerah pengaliran sungai yang menjadi lokasi penelitian.
- b. Karakteristik hujan perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perancangan pengembangan sumber daya air. Sebagai masukan yang perlu di kaji secara benar dan akurat agar tidak terjadi kesalahan analisis dan prediksi dalam penanganan sumber daya air.
- c. Penyediaan data curah hujan cukup penting, apalagi penempatan stasiun otomatis untuk daerah-daerah pengaliran sungai yang memiliki sungai potensial dalam rangka pengembangan dan pemanfaatannya.
- d. Untuk menanggulangi kekurangan data, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan data bangkitan. Walaupun demikian perlu diperhatikan parameter dan karakteristik data historisnya, agar tidak terlalu terjadi penyimpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kusrianto, 2000, *Mengupas Tuntas Formula dan Fungsi Microsoft Excel*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W., 1988, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Clarke, R.T., 1973, *Mathematical Models in Hydrology*, FAO of the United Nations, Roma.
- Fennani Arpan, 1990, *Pembangkitan Data Hujan Harian dengan Cara Stokastik*, Tesis, ITB, Bandung.
- Gupta, R.S., 1989, *Hydrology and Hydraulic Systems*, Prentice Hall, New Jersey.

- Haan, C.T., 1979, *Statistical Methods in Hydrology*, The Iowa State University Press, USA.
- Imam Subarkah, 1978, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Iwan K. Hadihardjaja, 2000, Analisis Distribusi Debit Sintetik Model Markov dan Autoregressive-Moving Average, *Jurnal Keairan* No.2 Th. 7, DPMA, Bandung, pp. 86-93.
- Joko Sujono, 1989, Pengaruh Jumlah dan Jarak Stasiun dalam Perkiraan Hujan Suatu Titik, *Media Teknik* No. 3 Th. 9, UGM Yogyakarta.
- Joko Sujono, 1999, Pengaruh Pola Agihan Hujan terhadap Hidrograf Satuan, *Media Teknik* No. 3 Th. 11, UGM Yogyakarta, pp. 19-23.
- Jonizar, 1994, Pengisian Data Hujan Harian yang Hilang, Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Mas Sukoco, 1992, Beberapa Metode Sederhana Pemetaan Variabilitas Curah Hujan, *Majalah Geografi*, No. 10-13, pp. 15-29.
- McMahon, T.A., & Mein, R.G., 1978, *Reservoir Capacity and Yield*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Rizaldi Boer, 2000, *Practical Guidline Climatic Data Generation Using Minitab*, Train Workshop on Climate Change Vulnerability and Adaptation Assesment, Cambodia.
- Sobriyah, Sudjarwadi dan Sri Harto, 2002, Penetapan Waktu Antar Hujan, Durasi dan Distribusi Hujan Jam-jaman untuk DAS Bengawan Solo, *Proseding HATHI*, Malang.
- Soemarto, 1995, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Soejoeti, Z., 1985, *Modul Statistik*, Jilid 2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sri Harto Br., 1985, Pengkajian Sifat Dasar Hidrograf Satuan Sungai-sungai di Pulau Jawa untuk Perkiraan Banjir, Disertasi, UGM, Yogyakarta.
- Sri Harto Br., 1993, *Anaisis Hidrologi*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1999, *Bahan Kuliah Statistika MPSA*, JTS Fak. Teknik UGM, Yogyakarta.
- Suyono Sosrodarsono dan Kanseka Takeda, 1987, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Viessman, W., Jr., Knapp, J.W., Lewis, G.L., and Harbaugh, T.E., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper and Row Publisher, New York.