

ANALISIS STATISTIK DALAM PENDUGAAN CURAH HUJAN STUDI KASUS DI DAS CILIWUNG HULU

STATISTICAL ANALYSIS IN RAINFALL ESTIMATION CASE STUDY IN UPSTREAM OF CILIWUNG

Wahyu Samsudin
Institut Pertanian Bogor

Masuk tanggal: 30-05-2016, diterima untuk diterbitkan tanggal: 29 Agustus 2016

Abstrak

Penentuan distribusi curah hujan merupakan bagian yang sangat penting dalam menentukan curah hujan rencana di suatu wilayah. Pada penelitian ini data yang digunakan data curah hujan harian tahun 1992-2009 dari tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun Gunung mas, Citeko dan Gadog. Metode *polygon Thiessen* digunakan untuk menentukan rata-rata curah hujan wilayah. Penentuan distribusi curah hujan menggunakan analisis statistik dengan pengujian Chi-Kuadrat. Hasil pengujian kecocokan sebaran yang diperoleh dengan menggunakan Chi-Kuadrat (C_r^2) dengan signifikansi (α) 0,05 diperoleh nilai C_r^2 sebesar 6,50 sedangkan C_r^2 tabel sebesar 7,185. Oleh karena nilai C_r^2 hitung $<$ C_r^2 tabel, maka distribusi Gumbel yang memenuhi syarat. Sehingga pola distribusi yang tepat untuk DAS Ciliwung hulu adalah distribusi Gumbel. Besarnya curah hujan rencana pada DAS Ciliwung Hulu berdasarkan distribusi Gumbel untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, berturut-turut adalah 70,98 mm, 88,98 mm, 99,55 mm, 113,93 mm, 124,59 mm, dan 135,18 mm.

Kata kunci: curah hujan, analisis statistic, *Return Perio*, *Thiessen Polygon Method*, Ciliwung hulu

Abstract

Determining for distribution of rainfall is a very important part in determining the plans of rainfall in a region. This study used daily rainfall data in 1992-2009 from three rainfall stations, namely Gunung Mas, Citeko and Gadog. Thiessen polygon method is used to determine the average rainfall region. The distribution of rainfall is determined by using statistical analysis with Chi-Square test. Based on the results of distribution suitability testing by using Chi-Square (C_r^2) with significance (α) we obtained C_r^2 value of 6.50 while the C_r^2 table is 7.185. Since the calculated $C_r^2 <$ C_r^2 table, then the Gumbel distribution is eligible. So that the distribution pattern of the right to Ciliwung upstream is the Gumbel distribution. The amount of planned rainfall-plant the upstream Ciliwung watershed based on the Gumbel distribution for the return period of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years, respectively are 70.98 mm, 88.98 mm, 99.55 mm, 113.93 mm, 124.59 mm and 135.18 mm.

Keyword : *Rainfall, Statistical Analysis, Return Perio, Thiessen Polygon Method, Ciliwung watershed.*

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dianggap sebagai wilayah dari titik tertentu pada sungai dan dipisahkan oleh punggung bukit/gunung yang dapat ditelusuri pada peta topografi (Linsley *et al*, 1982). Pawitan (1999), DAS di definisikan sebagai satu satuan wilayah berupa sistem lahan dengan tutupan vegetasi, dibatasi oleh batas-batas topografi alami (seperti punggung-punggung bukit) yang menerima curah hujan sebagai masukan, mengumpulkan dan menyimpan air, sedimen dan unsur hara lainnya, serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai untuk akhirnya keluar melalui satu sungai utama ke laut atau danau. Sedangkan menurut Departemen Kehutanan (2001), DAS adalah suatu daerah tertentu yang bentuk dan sifat alamnya sedemikian rupa sehingga merupakan kesatuan dengan anak-anak sungainya yang melalui daerah tersebut dalam fungsinya untuk menampung air yang berasal dari curah hujan dan sumber air lainnya dan kemudian mengalirkannya melalui sungai utama atau outlet.

Sistem hidrologi disuatu DAS dipengaruhi oleh kejadian-kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, sedangkan peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka. Analisis frekuensi diperlukan berkaitan dengan peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisis frekuensi didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di

tribusi curah hujan yang tepat di Provinsi Lampung adalah *distribusi log Person III*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis secara statistik jenis distribusi curah hujan dan pendugaan curah hujan rencana DAS Ciliwung Hulu.

METODOLOGI PENELITIAN

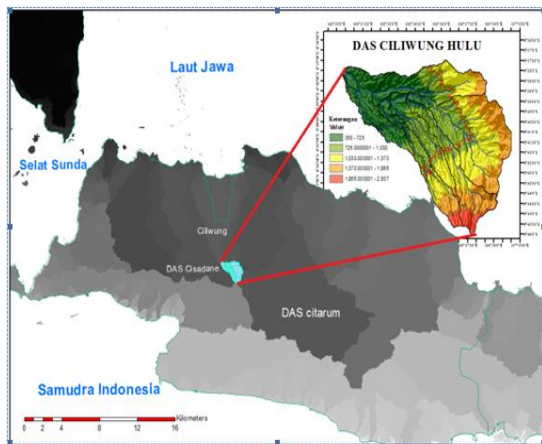
masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Susilowati, 2010).

Curah hujan merupakan faktor utama yang mengendalikan berlangsungnya daur hidrologi dalam suatu DAS. Curah hujan juga merupakan elemen utama yang perlu diketahui mendasari pemahaman tentang debit aliran sungai (Asdak, 2007). Banyak sedikitnya air yang tersedia dalam DAS sangat bergantung pada keberlangsungan suatu siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan bagian terpenting dalam pengairan di DAS. Besar kecilnya debit di suatu sungai di pengaruhi oleh curah hujan yang diterima DAS bersangkutan.

Data curah hujan sangat beragam, sehingga perlu adanya penentuan karakteristik distribusi curah hujan disuatu DAS dengan pengujian secara statistik. Dalam statistik dikenal empat macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu distribusi *Normal, Log Normal, Gumbel dan log Person III*. Masing-masing distribusi memiliki sifat yang khas, sehingga data curah hujan perlu diuji kecocokannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut. Pemilihan distribusi yang kurang tepat akan menimbulkan kesalahan perkiraan yang cukup besar, baik *over -estimated* maupun *under-estimated* (Sri, H.1993). Hasil yang di peroleh (Susilowati, 2010) dalam penentuan jenis distribusi curah hujan di Provinsi Lampung menunjukkan bahwa, jenis dis

Penelitian dilaksanakan di DAS Ciliwung-Hulu dengan luasan sekitar 148 km², yang terletak antara 06°05'–06°50' LS dan 106°40'–107°00' BT. Secara administratif terletak di wilayah Kabupaten Bogor dan Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. Terdapat 6 sub DAS yaitu Sub DAS Cibogo, Ciesek, Cisarua, Cisukabarius, Ciseuseupan dan Tugu. Outlet dari ke enam sub DAS

tersebut terletak di Pos duga air Katulampa (Gambar 1).

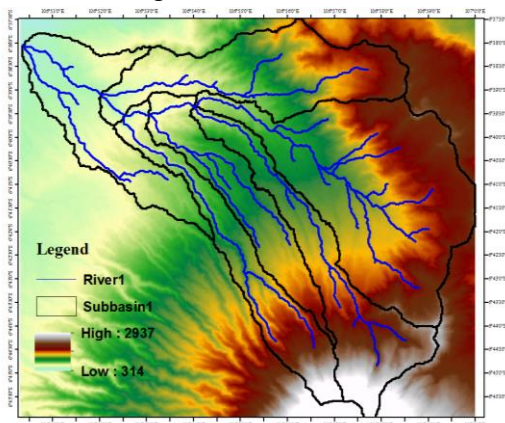


Gambar 1. Lokasi penelitian DAS Ciliwung Hulu

Sumber : Hasil pengolahan peta Digital

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat komputer, *software Arc GIS 10*, *ArcHydro*, dan *software Minitab* sebagai *software* pengolahan dan analisis hasil. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian tahun 1992-2009 dari tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun Gunung mas, Citeko dan Gadog.

Selanjutnya, Gambar 2 memperlihatkan peta topografi yang diturunkan dari data ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model) dengan resolusi 30 meter. Dari peta terlihat bahwa peta berwarna coklat merupakan bagian pegunungan dengan ketinggian 2937 meter. Sedangkan warna hijau muda merupakan dataran rendah yang merupakan tempat outlet dari berbagai Sub DAS Ciliwung-Hulu.



Gambar 2. ASTER GDEM Ciliwung Hulu
Sumber : Hasil pengolahan peta ASTER GDEM

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan bisa digunakan dengan menggunakan metode *arithmetic average*, poligon *Thiessen*, dan *Isohyet*. Metode *arithmetic average* merupakan metode yang paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS dan distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS. (Triatmodjo, 2008).

Metode poligon *Thiessen* merupakan metode yang paling banyak digunakan. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. (Triatmodjo, 2008). Sedangkan metode *Isohyet* merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode *Isohyet* membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya. (Triatmodjo, 2008).

DAS Ciliwung Hulu memiliki keterbatasan alat penangkap curah hujan, dan stasiun hujan di daerah DAS tersebut

tidak merata dan jumlah stasiun hujan yang dipakai sebanyak tiga buah stasiun hujan, metode *Thiessen*. Dalam menganalisis curah hujan, Curah hujan yang dibutuhkan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada titik tertentu saja. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah yang diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan (Sosrodarsono dan Takeda 2003). Analisis presipitasi diperlukan sebagai salah satu masukan dalam penentuan debit rencana, yaitu menentukan metode perhitungan curah hujan wilayah. Dalam penelitian ini, curah hujan wilayah ditentukan berdasarkan bobot setiap stasiun hujan yang dihitung menggunakan metode poligon *Thiessen*. Poligon *Thiessen* diperoleh dengan cara menarik garis bagi tegak lurus pada sisi-sisi segitiga yang menghubungkan titik-titik pengamatan. Curah hujan wilayah metode poligon *Thiessen* dihitung dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i R_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \text{dimana} \quad \frac{A_i}{A_T}$$

merupakan koefisien *Thiessen* (persamaan 1)

dengan,

\bar{R} = curah hujan wilayah (mm),

A_i = luas wilayah yang mewakili tiap titik pengamatan i (km²)

R_i = curah hujan di tiap titik pengamatan i (mm).

Analisis Jenis Sebaran

Hasil perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata daerah dengan metode *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian. Tahapan yang dilakukan adalah dengan cara pengukuran dispersi serta dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma dan pengujian kecocokan sebaran. Pada pengukuran dispersi tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya akan tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil daripada nilai rata-ratanya.

sehingga metode yang digunakan adalah

Besarnya derajat dari sebaran nilai disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi suatu data sembarang variabel hidrologi. Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi diantaranya adalah:

1. Standar Deviasi (δ_x)

Deviasi standar dapat dihitung dengan rumus:

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad \text{(persamaan 2)}$$

2. Koefisien *Skewness* (C_s)

Koefisien *Skewness* dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$C_s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)(\delta_x^3)}} \quad \text{(persamaan 3)}$$

3. Koefisien Kurtosis (C_k)

Koefisien Kurtosis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_k = \sqrt{\frac{n^2 \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(\delta_x^4)}} \quad \text{(persamaan 4)}$$

4. Koefisien Variasi (C_v)

Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_v = \frac{\delta_x}{\bar{R}} \quad \text{(persamaan 5)}$$

Penggunaan model distribusi yang digunakan harus mengikuti syarat tiap model distribusi. Tabel 1, menyajikan syarat beberapa model distribusi. Pengujian kecocokan sebaran digunakan untuk menguji sebaran data apakah memenuhi syarat untuk data perencanaan. Pengujian kecocokan sebaran menggunakan metode *chi*-kuadrat. Rumus yang digunakan :

$$C^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(E_i - O_i)^2}{E_i} \quad \text{(persamaan 6)}$$

dimana :

C^2 = Harga *chi* kuadrat

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i

G = Jumlah kelas

Tabel 1. Syarat dan jenis model distribusi

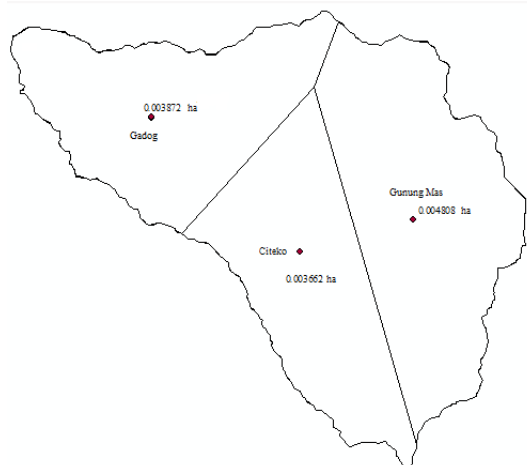
Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Gumbel	$C_s \leq 1,396$
	$C_k \leq 5,4002$
Log person	$C_s \approx 0$
Log normal	$C_s \approx 3C_v + (C_v^2) = 3$
	$C_k = 5,383$

Sumber : Widyasari (2005)

PEMBAHASAN DAN HASIL

Analisis Data Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan curah hujan wilayah dengan metode Poligon *Thiessen*. Terdapat tiga stasiun yang digunakan dalam analisis curah hujan wilayah Ciliwung Hulu, yaitu stasiun hujan Gunung Mas, Citeko dan Gadog. Gambar 3. menunjukkan posisi penangkar curah hujan dan pembagian wilayah *Poligon Thiessen* tiap stasiun hujan dengan menggunakan *Arcgis*.



O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- i

Gambar 3. Curah hujan wilayah DAS Ciliwung Hulu dengan metode *poligon Thiessen*

Sumber : hasil pengolahan data pada peta ASTER GDEM

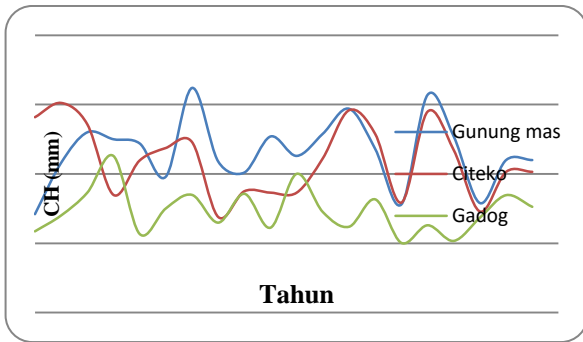
Tabel 2. menunjukkan bahwa stasiun Gunung Mas memiliki rata-rata curah hujan maksimum, koefisien *Thiessen* dan bobot curah hujan wilayah terbesar di bandingkan dengan stasiun yang lainnya. Sedangkan stasiun Gadog memberikan kontribusi rata-rata curah hujan minimum.

Tabel 2. Nilai Bobot Curah hujan wilayah dan koefisien *Thiessen*

Nama Stasiun	Luas km ²	Rata-rata CH/tahun	koefisien Thiessen	Bobot CH Wilayah
Gunung Mas	48,08	116,1	0,39	45,21
Citeko	36,62	109,8	0,30	32,59
Gadog	38,72	73,4	0,31	23,01
Jumlah	123,42			

Perhitungan hasil curah hujan maksimum harian rata-rata daerah dengan metode *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian. Hasil curah hujan wilayah DAS Ciliwung hulu disajikan pada gambar 5.

Gambar 4. menunjukkan data curah hujan harian maksimum per tahun dari ketiga stasiun pengamatan. Curah hujan harian maksimum di stasiun Gunung Mas terjadi pada tahun 1996 sebesar 162 mm, di stasiun Citeko terjadi pada tahun 1991 sebesar 151,2 mm, dan stasiun Gadog terjadi pada tahun 112,9 mm.



Gambar 4. Curah Hujan Harian Maksimum
Pertahun.

Sumber : Hasil pengolahan data

Tabel 3. Pengolahan data disperse
parameter statistic

No	Tahun	CH Wilayah (R _i)	(R _i - R _r)	(R _i - R _r) ²	(R _i -R _r) ³	(R _i -R _r) ⁴
1	1990	58,6	-14,8	218,7	- 3233,6	47816,2
2	1991	70,0	-3,4	11,2	-37,6	126,1
3	1992	86,5	13,1	171,3	2242,5	29353,2
4	1993	112,9	39,5	1563,1	61800,1	2443351,2
5	1994	56,7	-16,7	277,7	- 4627,2	77107,1
6	1995	75,1	1,7	2,9	4,9	8,3
7	1996	84,9	11,5	131,8	1513,3	17374,5
8	1997	64,9	-8,5	72,8	-621,3	5301,8
9	1998	85,7	12,3	150,9	1854,1	22777,9
10	1999	61,3	-12,2	147,6	- 1793,6	21792,4
11	2000	100,1	26,7	712,0	18998,5	506944,4
12	2001	72,5	-0,9	0,8	-0,7	0,7
13	2002	61,9	-11,5	131,9	- 1514,3	17388,9
14	2003	81,7	8,3	68,3	564,9	4670,1
15	2004	50,3	-23,2	535,9	- 12406,6	287212,9
16	2005	63,0	-10,4	108,4	- 1129,2	11758,5
17	2006	51,7	-21,7	470,1	- 10191,1	220949,7
18	2007	68,4	-5,0	24,6	-122,3	607,3
19	2008	84,7	11,3	127,5	1439,2	16249,1
20	2009	76,3	2,9	8,3	24,0	69,4
Jumlah		1467,1	-0,9	4936,0	52764,2	3730859,5
Rata-rata(R _r)		73,4				

Sumber : Hasil pengolahan
data

Data curah hujan wilayah yang diperoleh dari hasil Gambar 4 digunakan untuk menentukan curah hujan rencana. Penentuan curah hujan rencana dilakukan berdasarkan analisa distribusi curah hujan dengan pengukuran dispersi dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma dan pengujian kecocokan sebaran. Tabel 3 menunjukkan pengolahan data perhitungan pengukuran dispersi

Sedangkan hasil pengolahan data disperse parameter statistik logaritma ditunjukkan oleh Tabel 4. Dari hasil pengukuran dispersi baik parameter statistik maupun parameter statistik logaritma kemudian dihitung nilai standar deviasi, koefisien, *skewness*, koefisien *kurtosis* dan koefisien variasi. Tabel 5. menunjukkan hasil pengukuran dispersi baik parameter statistik maupun parameter statistik logaritma. Berdasarkan data pada Tabel 6, dari keempat jenis distribusi *normal*, *Log person*, dan *log normal* tidak memenuhi syarat. Sedangkan jenis distribusi *Gumbel* memenuhi syarat

Tabel 4. Pengolahan data disperse parameter statistik logaritma

No	Tahun	CH Wilayah (xi)	$\log(R_i)$	$(\log R_i - \log R_r)$	$(\log R_i - \log R_r)^2$	$(\log R_i - \log R_r)^3$	$(\log R_i - \log R_r)^4$
1	1990	58,6	1,77	-0,092010	0,00846575	0,00077893	0,00007167
2	1991	70,0	1,85	-0,014597	0,00021308	0,00000311	0,00000005
3	1992	86,5	1,94	0,076962	0,00592315	0,00045586	0,00003508
4	1993	112,9	2,05	0,192834	0,03718484	0,00717049	0,00138271
5	1994	56,7	1,75	-0,106140	0,01126562	0,00119573	0,00012691
6	1995	75,1	1,88	0,015624	0,00024412	0,00000381	0,00000006
7	1996	84,9	1,93	0,068810	0,00473485	0,00032581	0,00002242
8	1997	64,9	1,81	-0,047977	0,00230177	0,00011043	0,00000530
9	1998	85,7	1,93	0,072905	0,00531517	0,00038750	0,00002825
10	1999	61,3	1,79	-0,072894	0,00531352	0,00038732	0,00002823
11	2000	100,1	2,00	0,140362	0,01970142	0,00276533	0,00038815
12	2001	72,5	1,86	0,000338	0,00000011	0,00000000	0,00000000
13	2002	61,9	1,79	-0,068192	0,00465021	0,00031711	0,00002162
14	2003	81,7	1,91	0,052045	0,00270866	0,00014097	0,00000734
15	2004	50,3	1,70	-0,158864	0,02523775	0,00400937	0,00063694
16	2005	63,0	1,80	-0,060751	0,00369069	0,00022421	0,00001362
17	2006	51,7	1,71	-0,146347	0,02141755	0,00313440	0,00045871
18	2007	68,4	1,84	-0,024717	0,00061094	0,00001510	0,00000037
19	2008	84,7	1,93	0,067834	0,00460144	0,00031213	0,00002117
20	2009	76,3	1,88	0,022445	0,00050376	0,00001131	0,00000025
Jumlah			37,12		0,16408443	0,00139749	0,00324887
Rata-rata(R_r)			1,86				

Sumber : Hasil pengolahan data

Tabel 5. Hasil pengukuran dispersi DAS Ciliwung Hulu

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Statistik Logaritma
1	Standar Deviasi (Sx)	16,118	0,093
2	Koefisien Skewness (Cs)	0,737	0,102
3	Koefisien Kurtosis (Ck)	3,803	2,997
4	Koefisien variasi (Cv)	0,220	0,050

Sumber : Hasil pengolahan data

Pengujian kecocokan sebaran digunakan untuk menguji kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Pengujian kebenaran hipotesa ini menggunakan metode Chi-Kuadrat. Dalam perhitung Chi-Kuadrat data curah hujan dikelompokkan menjadi beberapa kelas. Hasil perhitungan ditunjukkan oleh tabel 7.

memenuhi syarat, artinya bahwa hipotesa kebenaran distribusi frekuensi dengan metode *Gumbel* memenuhi syarat sehingga bisa digunakan untuk penentuan curah hujan rencana. Penentuan curah hujan maximum menggunakan model distribusi *Gumbel* (Basuki *et al*, 2009)

$$R_T = R_r + (S_d/S_n) \times (Y_t - Y_n)$$

(persamaan 7)

Dimana

R_T = Variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan (mm) rencana untuk periode ulang tertentu

R_r = rata- rata curah hujan (mm)

S_d = standar deviasi

S_n = *Reduced standard* deviasi

Y_t = *Reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T

$$Y_t = - \ln \ln (T/(T - 1))$$

Y_n = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n

Dengan menggunakan distribusi *Gumbel* maka disusunlah curah hujan rencana. Curah hujan rencana yang dimaksud adalah besaran hujan yang diperkirakan terjadi dengan perioda ulang tertentu. Curah hujan maksimum dengan

Tabel 6. Jenis distribusi DAS Ciliwung Hulu

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,73$	Tidak Memenuhi
	$Ck \approx 3$	$Ck = 3,8$	
Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	$Cs = 0,73$	Memenuhi
	$Ck \leq 5,4002$	$Ck = 3,8$	
Log person	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,73$	Tidak Memenuhi
Log normal	$Cs \approx 3Cv + (Cv^2) = 3$	$Cs \approx 3Cv + (Cv^2) = 0,7$	Tidak Memenuhi
	$Ck = 5,383$	$Ck = 3,8$	

Sumber : Hasil pengolahan data

Hasil pengujian kecocokan sebaran yang diperoleh dengan menggunakan Chi-Kuadrat (C_r^2) dengan signifikansi (α) 0,05 diperoleh nilai C_r^2 sebesar 6,50 sedangkan C_r^2 tabel sebesar 7,185. Oleh karena C_r^2 hitung < C_r^2 tabel, maka distribusi *Gumbel*

intensitas yang tinggi kemungkinan makin jarang terjadi, sebagai contoh dari hasil perhitungan dengan metode *Gumbel* kejadian hujan dengan intensitas 135 mm/hari artinya hujan dengan intensitas 135 mm/hari kemungkinan terjadinya hanya sekali dalam kurun waktu 100 tahun. Data curah hujan rencana pada Tabel 8 kemudian menjadi acuan dalam menganalisis aliran permukaan pada masing-masing sub-DAS, maupun pada keseluruhan DAS Ciliwung Hulu.

Intensitas hujan merupakan laju hujan atau tinggi air persatuan waktu. Intensitas curah hujan per jam diturunkan berdasarkan curah hujan rencana pada periode ulang tertentu menggunakan metode Monobe (Soemarto,1999). Tabel 9. menyajikan hasil perhitungan intensitas curah hujan dalam 24 jam untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

$$I = (R_{24} / 24) \times (24 / t)^{2/3}$$

(Persamaan 8)

dimana:

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Maksimum dalam 24 jam (mm/hari)

t = Lamanya Curah Hujan/Durasi Curah Hujan (jam).

Tabel 7. Hasil perhitungan Chi-Kuadrat

No	Nilai Batas Tiap Kelas	Ef= n/k	Of	(Ef- Of)	(Ef- Of) ²	C_r^2	$\chi_{\text{tabel}(\alpha=5\%)}$
1	43.05 < Xi < 57.55	4	4	0	0	0	7,815
2	57.55 < Xi < 72.05	4	7	-3	9	2,25	
3	72.05 < Xi < 86.55	4	6	-2	4	1	
4	86.55 < Xi < 101.05	4	2	2	4	1	
5	101.05 < Xi < 115.55	4	1	3	9	2,25	
Jumlah			20			6,50	

Sumber : Hasil pengolahan data

Tabel 8. Curah hujan rencana periode ulang tertentu

No	Periode Ulang	R_r	S	Y_t	Y_n	S_n	Hujan Harian Maximum (R_T) (mm)
1	2	73,36	16,1	0,3668	0,5236	1,063	70,979
2	5	73,36	16,1	1,5004	0,5236	1,063	88,168
3	10	73,36	16,1	2,2510	0,5236	1,063	99,549
4	25	73,36	16,1	3,1993	0,5236	1,063	113,928
5	50	73,36	16,1	3,9028	0,5236	1,063	124,595
6	100	73,36	16,1	4,6012	0,5236	1,063	135,184

Sumber : Hasil pengolahan data

Tabel 9. Intensitas curah hujan berdasarkan metode monobe

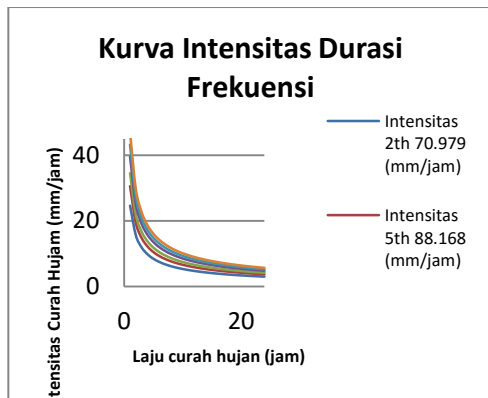
Periode ulang	Intensitas					
	2th	5th	10th	25th	50th	100th
R ₂₄	70,979	88,168	99,549	113,928	124,595	135,184
(mm)						
t	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)	(mm/jam)
1	24,61	30,57	34,51	39,50	43,19	46,87
2	15,50	19,26	21,74	24,88	27,21	29,52
3	11,83	14,69	16,59	18,99	20,77	22,53
4	9,77	12,13	13,70	15,67	17,14	18,60
5	8,42	10,45	11,80	13,51	14,77	16,03
6	7,45	9,26	10,45	11,96	13,08	14,19
7	6,72	8,35	9,43	10,79	11,80	12,81
8	6,15	7,64	8,63	9,87	10,80	11,72
9	5,69	7,06	7,98	9,13	9,98	10,83
10	5,30	6,59	7,44	8,51	9,31	10,10
11	4,98	6,18	6,98	7,99	8,73	9,48
12	4,69	5,83	6,58	7,54	8,24	8,94
13	4,45	5,53	6,24	7,14	7,81	8,48
14	4,24	5,26	5,94	6,80	7,44	8,07
15	4,05	5,03	5,67	6,49	7,10	7,71
16	3,88	4,81	5,44	6,22	6,80	7,38
17	3,72	4,62	5,22	5,97	6,53	7,09
18	3,58	4,45	5,02	5,75	6,29	6,82
19	3,46	4,29	4,85	5,55	6,07	6,58
20	3,34	4,15	4,68	5,36	5,86	6,36
21	3,23	4,02	4,53	5,19	5,67	6,16
22	3,13	3,89	4,40	5,03	5,50	5,97
23	3,04	3,78	4,27	4,88	5,34	5,79
24	2,96	3,67	4,15	4,75	5,19	5,63

Sumber : Hasil pengolahan data

Bencana banjir selain terjadi akibat kerusakan ekosistem ataupun aspek lingkungan yang tidak terjaga, intensitas curah hujan yang tinggi akan mempengaruhi juga. Intensitas berhubungan dengan durasi frekuensi yang dapat diekspresikan dengan kurva *Intensity-Duration-Frekuensi* (IDF). Gambar 5. menunjukkan kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi) untuk periode ulang tertentu. Hasil IDF menunjukkan bahwa Intensitas curah hujan maksimum untuk

periode ulang 2 dengan intensitas curah hujan 24,61 mm/jam, periode ulang 5 dengan intensitas curah hujan 30,57 mm/jam, periode ulang 10 dengan intensitas curah hujan 34,52 mm/jam, periode ulang 25 dengan intensitas curah hujan 39,50 mm/jam, periode ulang 50 dengan intensitas curah hujan 43,19 mm/jam, dan periode ulang 100 dengan intensitas curah hujan 48.87 mm/jam. Intensitas curah hujan di DAS Ciliwung Hulu

pada tahun 2002 adalah 61,92 mm/jam dan pada tahun 2007 sebesar 68,44 mm/jam.



Gambar 5. Intensitas curah hujan per jam
Sumber : Hasil perhitungan

Banjir yang terjadi di Jakarta dan daerah sekitarnya pada tanggal 27 Januari hingga 1 Februari 2002 disebabkan oleh besarnya curah hujan dan pengaruh dari sungai yang terdapat di daerah aliran sungai di dalamnya. Curah hujan yang terjadi sejak tanggal 26 Januari hingga 1 Februari 2002 menyebabkan meluapnya sungai dan saluran drainase. Banjir yang terjadi menyebar hingga menggenangi beberapa daerah di Jakarta. Tinggi genangan mencapai 5 meter. Banjir tersebut menggenangi 42 kecamatan di Jakarta dengan 168 kelurahan atau 63,4% dari seluruh kelurahan yang ada di Jakarta. Luas genangan mencapai 16.041 hektar atau 24,25% dari luas DKI Jakarta (Nugroho.2002). Jika dikaitkan dengan besar intensitas curah hujan di DAS Ciliwung Hulu pada tahun 2002 adalah 61,92 mm/hari. Maka pada periode ulang 2 tahun dengan besar intensitas curah hujan DAS Ciliwung hulu 70,97 mm/hari, akan terjadi banjir yang lebih besar dari tahun 2002.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil pengujian kecocokan sebaran yang diperoleh dengan menggunakan Chi-Kuadrat (C_r^2) dengan signifikansi (α) 0,05 diperoleh nilai C_r^2 sebesar 6,50 sedangkan C_r^2 tabel sebesar 7,185. Oleh karena C_r^2 hitung $<$ C_r^2 tabel, maka distribusi *Gumbel* memenuhi syarat. Sehingga Pola distribusi yang tepat untuk DAS Ciliwung Hulu adalah distribusi *Gumbel*.

Besar curah hujan berdasarkan distribusi *Gumbel* untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, berturut-turut adalah 70,98 mm, 88,98 mm, 99,55 mm, 113,93 mm, 124,59 mm, dan 135,18 mm. Sementara intensitas curah hujan maksimum untuk periode ulang 2 dengan intensitas curah hujan 24,61 mm/jam, periode ulang 5 dengan intensitas curah hujan 30,57 mm/jam, periode ulang 10 dengan intensitas curah hujan 34,52 mm/jam, periode ulang 25 dengan intensitas curah hujan 39,50 mm/jam, periode ulang 50 dengan intensitas curah hujan 43,19 mm/jam, dan periode ulang 100 dengan intensitas curah hujan 48,87 mm/jam.

Besarnya curah hujan DAS Ciliwung Hulu pada periode ulang 2 adalah sebesar 70,98 mm. Dengan kata lain, dengan curah hujan sebesar ini maka akan menyebabkan banjir yang lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada tahun 2002.

Saran

Dalam penentuan distribusi curah hujan dan curah hujan rencana diperlukan data curah hujan yang lebih panjang dari 21 tahun untuk lebih akurat. Data curah hujan rencana yang dihasilkan dari penelitian ini bisa digunakan untuk pendugaan debit rencana pada periode ulang tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial. Nomor : P. 3/V-SET/2013.
- Asdak C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Basuki, *et all.*2009. *Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum dengan Berbagai Metode*. *J.Agromet* 23 (2): 76-92
- Linsley RK, Kohler MA, Paulus JLH. 1982. *Hidrologi Untuk Insinyur*. *Terjemahan Sasongko, D.J.* Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Pawitan, H. 1999. *Hidrologi Daerah Aliran Sungai: Suatu pendekatan analisis system*. Makalah Pelatihan Dosen-Dosen PTN Indonesia Bagian Barat dalam Bidang Agroklimatologi, Bogor: 1-12 Februari 1999.
- Sosrodarsono S & , Takeda K. 1983. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sri, H. 1993. *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia. Jakarta
- Susilowati. 2010. *Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas durasi Frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung*. Lampung : Program Pascasarjana, Universitas Lampung.
- Soemarto, C.D.1999. *Hidrologi Teknik Edisi ke-2*. Erlangga : Jakarta
- Triatmodjo, Bambang.2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta
- Widyasari, T.2005. *Buku Ajar Mata Kuliah Rekayasa Hidrologi*, Universitas Janabadra, Yogyakarta.