

Analisis Frekuensi Curah Hujan di Daerah Aliran Sungai Cilandir Sukabumi

Dewi Ayu Sofia, Noneng Nursila
Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Sukabumi
Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Indonesia
dewiayusofia@polteksmi.ac.id

Abstrak

Analisis frekuensi merupakan salah satu cara untuk memprediksi probabilitas terjadinya suatu peristiwa hidrologi berdasarkan data historis yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi terhadap setiap kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang. Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata menggunakan metode Poligon Thiessen dengan bantuan *ArcGIS versi 10.3*. Analisis frekuensi yang digunakan adalah metode Moment, merupakan ukuran kuantitatif terhadap sifat geometrik dari bentuk suatu distribusi dengan distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi yang paling cocok untuk Daerah Aliran Sungai Cilandir adalah distribusi Gumbel, berdasarkan uji kecocokan dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Kata kunci: Poligon Thiessen, Metode Moment, Distribusi Probabilitas, Uji Chi Kuadrat, Uji Smirnov-Kolmogorov

I. PENDAHULUAN

Analisis frekuensi merupakan salah satu cara untuk memprediksi probabilitas terjadinya suatu peristiwa hidrologi berdasarkan data historis sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi. Hal ini untuk mengantisipasi terhadap setiap kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang. Dengan anggapan bahwa pada sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu [1]. Dalam bidang keairan, analisis frekuensi digunakan untuk memprediksi hujan ekstrem seperti hujan atau banjir rancangan maupun kekeringan.

Di daerah Sukabumi, data debit aliran sangat sulit diperoleh. Oleh karena itu, perhitungan analisa frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian. Curah hujan harian rata-rata dianalisis menggunakan metode *Poligon Thiessen* dengan bantuan *ArcGIS* untuk mempermudah dalam mengetahui luas dan bobot DAS Cilandir.

Dalam statistik dikenal empat macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi, yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Masing-masing distribusi mempunyai sifat yang khas, sehingga data curah

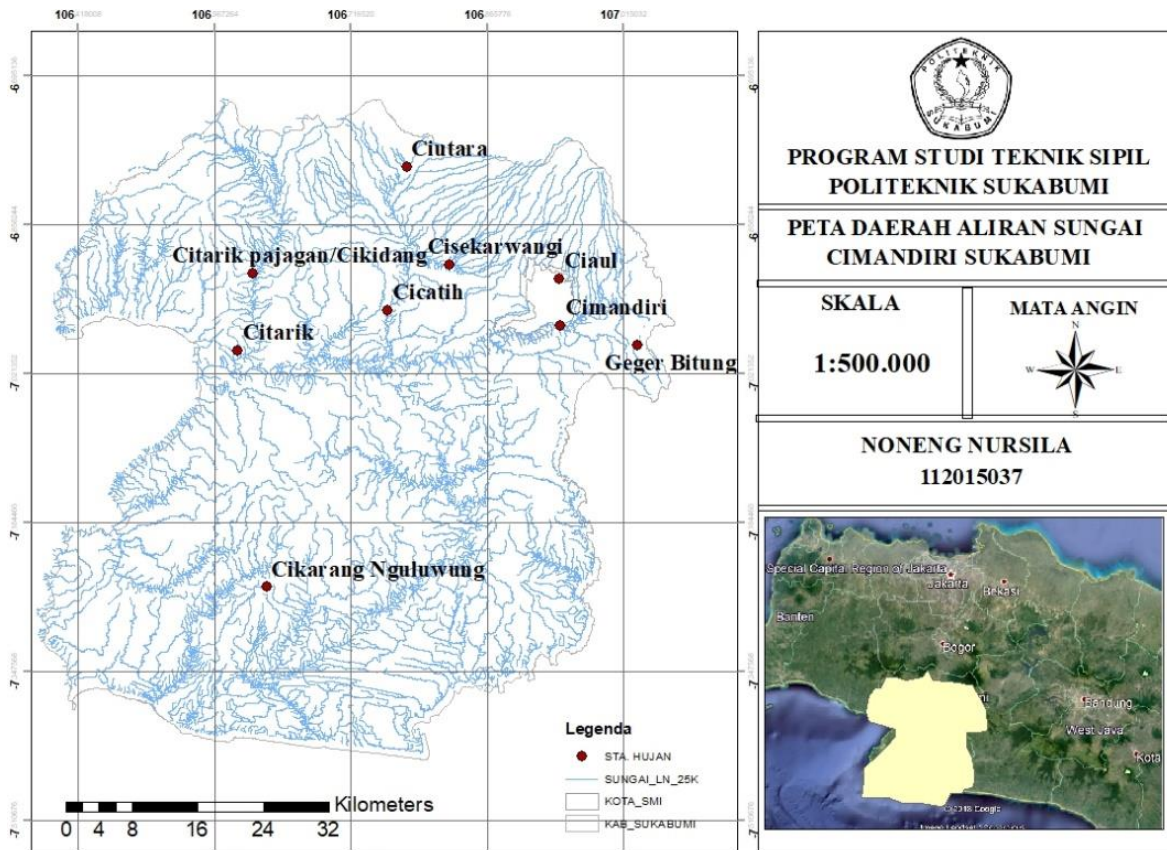
hujan harus diuji kecocokannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut [2].

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini adalah sebaran stasiun pencatat curah hujan di wilayah Daerah Aliran Sungai Cilandir yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Sukabumi dan Kota Sukabumi. Dalam penelitian ini diambil 9 stasiun pencatat curah hujan, yaitu: stasiun Cicatih, Ciaul, Cikarang Ngawulung, Citarik Pajagan/Cikidang, Geger Bitung, Cilandir, Cisekarwangi, Citarik dan Ciutara. Sebaran stasiun pencatat curah hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara geografis DAS Cilandir memiliki luas 201.431 ha, terbentang sekitar Padalarang dan kawasan konservasi Gunung Halimun pada bagian hulunya membentang ke barat daya hingga bermuara di Teluk Pelabuhan Ratu. DAS Cilandir mempunyai anak-anak sungai yaitu Cicatih, Cipelang, Citarik, Cibodas dan Cidap yang semuanya bermuara di Teluk Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

B. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Balai PSDA Wilayah Cisadea-Cibareno Kota Sukabumi.

C. Curah Hujan Rerata dengan Polygon Thiessen

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan melakukan penakaran atau pencatatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal [4].

$$d = \frac{A_1.D_1 + A_2.D_2 + \dots + A_n.D_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dimana:

- d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm),
- d_n = hujan pada pos penakar hujan (mm),
- A_n = luas daerah pengaruh penakar hujan (km^2)
- A = luas DAS (km^2).

D. Parameter Moment

Parameter statistik digunakan sebagai dasar dalam menentukan distribusi probabilitas yang cocok terhadap data yang tersedia. Pengukuran statistik yang seringkali digunakan dalam analisis data hidrologi, yaitu meliputi pengukuran tendensi sentral (*central tendency*) dan pengukuran disperse (*dispersion*) atau variasi (*variation*).

1. Pengukuran tendensi sentral

Nilai rata-rata merupakan nilai yang dianggap cukup representatif dalam suatu distribusi.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

dengan:

- \bar{X} = rata-rata hitung,
- n = jumlah data,
- X_i = sampel ke-*i*.

2. Pengukuran dispersi

a. Kisaran

Kisaran (*range*) adalah selisih antara nilai terbesar dengan nilai terkecil dalam suatu distribusi. Cara ini merupakan cara yang paling mudah dalam mengukur disperse namun jarang digunakan karena hanya dihitung dari dua nilai ekstrem saja.

b. Standar Deviasi (s)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

c. Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (4)$$

d. Koefisien Kemencengan (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (5)$$

e. Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^3} \quad (6)$$

dimana:

n = jumlah data yang dianalisis

E. Distribusi Probabilitas dengan Metode Moment

Moment merupakan ukuran kuantitatif terhadap sifat geometrik dari bentuk suatu distribusi. Moment biasanya digunakan untuk menjelaskan kestabilan sampel. Semakin tinggi nilai momentnya, maka data tersebut tidak stabil dan perlu ditambahkan informasi lainnya yang dapat dipercaya [5]. Sebagai salah satu cara untuk memperkirakan besaran hujan rancangan atau debit dengan kala ulang tertentu, analisis frekuensi dilakukan melalui beberapa pendekatan statistik [2].

Ada beberapa macam distribusi yang seluruhnya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskret dan distribusi kontinu. Distribusi diskret antara lain binomial dan poisson, sedangkan yang termasuk distribusi kontinu adalah Normal, Log Normal, Gama, Beta Pearson dan Gumbel. Jenis distribusi yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu Normal, Log-Normal, Log-Pearson III dan Gumbel.

Untuk menentukan jenis distribusi probabilitas yang cocok, maka harus disesuaikan dengan parameter statistik yang ada. Syarat parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi probabilitas disajikan pada Tabel 1, sedangkan persamaan garis teoritik untuk masing-masing perobabilitas disajikan pada Tabel 2.

F. Uji Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi yang dilakukan pada metode moment dalam penelitian ini adalah Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

1. Uji Chi-Kudrat

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut [2]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Ef_i - Of_i)^2}{Ef_i} \quad (7)$$

dimana:

χ^2 = harga Chi Kuadrat

Ef_i = frekuensi yang diharapkan untuk kelas i ,

Of_i = frekuensi yang terbaca pada kelas i ,

K = jumlah kelas

Syarat uji Chi Kuadrat adalah harga χ^2 harus lebih kecil dari χ^2_{kritik} yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi pada umumnya digunakan nilai $\alpha = 5\%$, sedangkan DK didapat dengan rumus di bawah ini:

$$DK = K - (P + 1) \quad (8)$$

dimana:

DK = derajat kebebasan,

K = jumlah kelas,

P = jumlah parameter distribusi yang dipilih

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov disebut juga dengan uji kesesuaian non parametrik karena proses pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini menggunakan probabilitas masing-masing data dengan menghitung selisih terbesar antara nilai aktual dengan nilai prediksi [7]. Distribusi yang dipilih dapat diterima apabila $\Delta_{maks} < \Delta_{kritik}$.

Tabel 1. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi probabilitas

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
Log Normal	$C_s \cong 3C_v$ $C_k \cong 0$
Gumbel	$C_s \cong 1,396$ $C_k \cong 5,4002$
Log Pearson	Jika tidak ada uji parameter yang memenuhi

Tabel 2. Persamaan garis teoritik untuk setiap jenis distribusi probabilitas

Jenis Distribusi	Persamaan Garis Teoritik
Normal	$X_T = \bar{x} + K_T s$ (9)
Log Normal	$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \text{Log } s$ (10)
Gumbel	$X_T = \bar{x} + \frac{s}{\sigma_n} (Y - Y_n)$ (11)
Log Pearson	Garis lengkung

Dimana:

X_T = hujan rancangan dengan kala ulang T tahun (mm),

K_T = variabel reduksi,

s = standar deviasi,

Y = variabel reduksi untuk distribusi Gumbel,

Y_n = rerata variabel reduksi distribusi Gumbel,

σ_n = standar deviasi dari variabel reduksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Pada penelitian ini, analisis curah hujan wilayah dengan metode Poligon Thiessen berbeda-beda tiap tahunnya. Hal ini dikarenakan ada beberapa stasiun yang data hujannya tidak lengkap. Untuk mensiasati hal ini, jika ada stasiun yang datanya kosong maka stasiun tersebut dihilangkan [2].

Nilai yang dibutuhkan untuk menganalisis curah hujan harian rata-rata berdasarkan metode Poligon Thiessen adalah bobot luasan poligon. Bobot tersebut selanjutnya akan dikalikan dengan curah hujan harian maksimum setiap tahun. Hasil analisis curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan dengan metode Poligon Thiessen disajikan pada Tabel 3.

B. Parameter Moment

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pencatat hujan, baik manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang [2].

Penentuan nilai parameter moment diperlukan sebagai dasar penentuan distribusi dengan menggunakan Persamaan (2) hingga Persamaan (6). Hasil perhitungan parameter moment untuk data curah hujan di DAS Cimandiri ditampilkan pada Tabel 4.

C. Analisis Hujan Rencana

Besarnya hujan rencana untuk keempat distribusi di DAS Cimandiri yang diperoleh berdasarkan parameter moment pada Tabel 4 dan persamaan pada Tabel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.

D. Analisis Jenis Distribusi

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisis data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang maka dicari parameter statistik dari data curah hujan wilayah baik normal maupun logaritmik yang ditampilkan pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6, distribusi Normal, Log Normal dan Gumbell tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, jika tidak ada uji parameter yang memenuhi maka dapat digunakan Log Pearson III.

E. Uji Kesesuaian dengan Uji Chi-Kuadrat

Pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata dari data yang dianalisis distribusi terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap varian x menurut hitungan dengan pendekatan empiris [2]. Nilai uji Chi-Kuadrat untuk seluruh distribusi sebesar 0,005. Dengan tingkat signifikansi 5% serta derajat kebebasan $dk = 2$, didapatkan nilai chi-kritik sebesar 5,991. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95% dan kesalahan 5% distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel dan Log Pearson dapat diterima karena nilai Chi Kuadrat lebih kecil dari nilai Chi Kritik ($0,005 < 5,991$).

Tabel 4. Parameter curah hujan di DAS Cimandiri

	Normal	Logaritmik
\bar{x} (mm)	109,306	2,032
s (mm)	19,636	0,075
C_v	0,2	0,04
C_s	0,8	0,5
C_k	0,3	0,4

Tabel 5. Hasil analisis hujan rencana

Periode Ulang (T)	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
2	109,306	107,758	106,318	106,224
5	125,800	124,583	128,124	123,897
10	134,440	134,420	142,560	135,423
20	141,509	143,044	156,412	144,892
25	142,844	144,734	160,805	149,873
50	149,560	161,149	174,338	160,621
100	155,058	168,260	187,771	171,369
200	159,967	107,758	201,156	182,206

Tabel 6. Parameter statistik menentukan jenis distribusi

Distribusi	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0,8$ $C_k = 0,3$	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s = 0,11$ $C_k = 3,02$	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	Tidak memenuhi
Log Pearson III	$C_s = 0,4$ $C_k = -0,4$ $C_v = 0,04$	Memenuhi

F. Uji Kesesuaian dengan Uji Smirnov-Kolmogorov

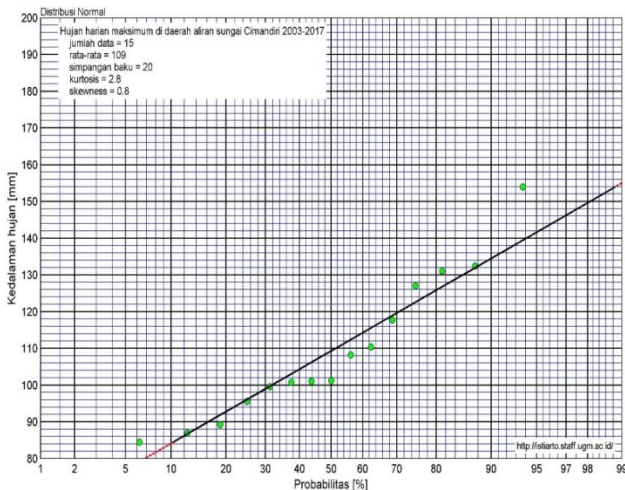
Uji kesesuaian dengan Smirnov-Kolmogorov diperoleh berdasarkan hasil sebaran titik-titik data

terhadap garis teoritis yang digambarkan oleh *software* AProb 2 beta. Hasil penggambaran untuk Metode Normal, Log-Normal, Gumbel dan Log-Pearson III secara berturut-turut ditampilkan pada Gambar 2 - Gambar 5. Dari gambar sebaran data pada kertas probabilitas diperoleh nilai Δ_{maks} untuk tiap distribusi yang ditampilkan pada Tabel 7.

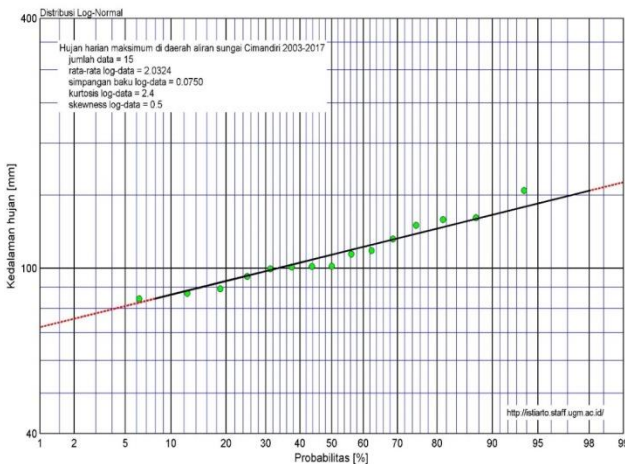
Berdasarkan uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi terbaik adalah dengan menggunakan Metode Gumbel. Hal ini dikarenakan distribusi Gumbel memiliki nilai Δ_{maks} terkecil dibandingkan dengan distribusi yang lain.

Tabel 6. Nilai Δ_{maks} untuk tiap distribusi

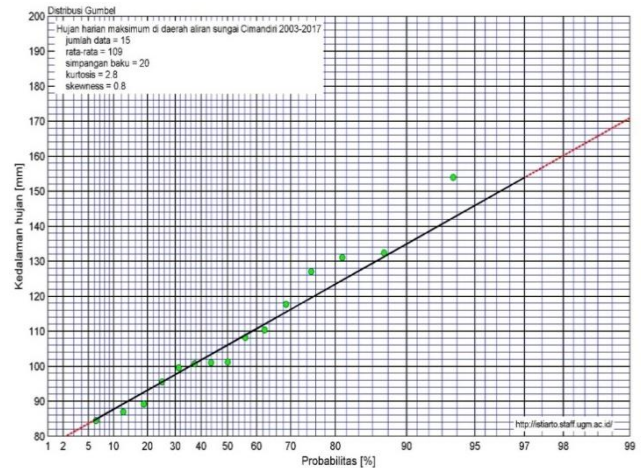
Distribusi	Δ_{kritis}	Δ_{maks}
Normal	0,34	0,16
Log Normal	0,34	0,14
Gumbel	0,34	0,13
Log Pearson III	0,34	0,14



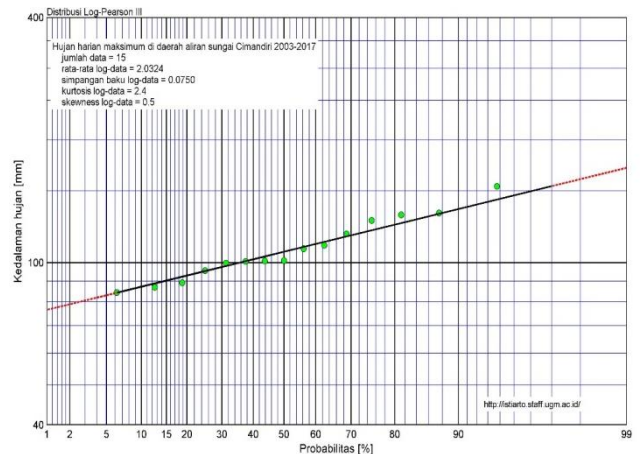
Gambar 2. Kertas probabilitas untuk distribusi Normal



Gambar 4. Kertas probabilitas untuk distribusi Log-Normal



Gambar 5. Kertas probabilitas untuk distribusi Gumbel



Gambar 6. Kertas probabilitas untuk distribusi Gumbel

IV. KESIMPULAN

Analisis frekuensi curah hujan dengan menggunakan Metode Moment di Daerah Aliran Sungai Cimandiri Sukabumi telah berhasil dilakukan pada penelitian ini. Analisis dilakukan dengan menggunakan distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel dan Log Pearson III dan diuji kesesuaiannya dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Ditinjau berdasarkan syarat parameter statistiknya, maka hanya distribusi Log Pearson III yang memenuhi. Namun jika berdasarkan uji kesesuaian dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov, maka seluruh distribusi memenuhi syarat karena nilai Chi-Kuadrat lebih kecil dari Chi-Kritis dan nilai Δ_{maks} lebih kecil dari Δ_{kritis} . Berdasarkan uji Smirnov-Kolmogorov, distribusi Gumbel lebih baik dibandingkan dengan uji yang lain. Hal ini dikarenakan nilai Δ_{maks} paling kecil dibandingkan dengan distribusi yang lain.

REFERENSI

- [1] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [2] S. H. Brotowiryo, *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*, Yogyakarta: Nafiri Offset, 2009.
- [3] S. Sosrodarsono, K. Takeda, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: Pradayana Paramita, 1987.
- [5] Soewarno, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)*, Bandung: Nova, 1995.
- [6] V. T. Chow., D. R. Maidment., and L. W. Mays., *Applied Hidrology*, Singapore: McGraw-Hill Book Company, 1988.
- [7] C.D. Soemarto., *Hidrologi Teknik*, Jakarta: Erlangga, 1999.
- [8] Upomo, T. Cahyadi., dan R. Kusumawardani, "Pemilihan Distribusi Probabilitas pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness Of Fit Test," *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, Vol. 18, No. 2, pp. 139-148, 2016.

Prosiding SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan)
Politeknik Sukabumi, 22 Oktober 2022

Tabel 3. Curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan dengan Metode Poligon Thiessen

Tahun	Sta. Geger Bitung			Sta. Cicatih			Sta. Cikarang			Sta. Cimandiri			Sta. Cisekarwangi			Sta. Citarik			Sta. Ciaul			Sta. Citarik Pajagan			Rmax			
	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R	Curah Hujan	Bobot (%)	R				
2003	70	9%	6.018						52	14%	7.447	93	9%	8.494	97	59%	56.944				60	9%	5.546				84.449	
2004	75	9%	6.812						83	13%	11.134	103	12%	11.971	160	57%	90.686				70	9%	6.442				127.044	
2005	75	5%	3.838	107	11%	11.846	216	38%	83.038	81	12%	9.384	107	6%	6.284	53	19%	10.152				90	9%	7.880				132.422
2006	100	5%	5.191	85	11%	9.410	113	39%	43.511	72	12%	8.341	55	6%	3.239	72	19%	13.629				67	9%	5.917				89.237
2007	100	5%	5.146	92	11%	10.185	101	39%	39.126	69	12%	7.997	88	6%	5.164	60	19%	11.290				92	9%	8.070				86.977
2008	84	5%	4.362	78	10%	7.904	163	39%	63.126	84	12%	9.739	91	6%	5.341	54	10%	5.160				101	6%	6.436	66	12%	8.286	110.354
2009	99	5%	5.123	87	10%	8.816	120	39%	46.219	87	12%	10.075	89	6%	5.208	53	10%	5.478				110	6%	7.026	110	12%	13.221	101.168
2010	86	5%	4.307	88	10%	8.918	180	39%	69.510	79	8%	6.685	105	5%	5.015	45	11%	4.740	118	5%	5.373	127	6%	7.857	159	12%	18.650	131.055
2011	72	5%	3.405	111	10%	11.249	80	38%	30.661	68	8%	5.754	69	4%	3.004	145	11%	15.500	60	5%	3.171	128	6%	7.991	170	12%	20.024	100.758
2012	135	5%	6.456	107	10%	10.843	123	38%	47.232	90	8%	7.615	105	4%	4.571	41	10%	4.099	50	5%	2.631	114	6%	7.167	73	12%	8.995	99.609
2013	88	5%	4.249	101	10%	10.240	78	39%	30.105	69	8%	5.841	102	4%	4.442	76	10%	7.698	39	5%	2.053	88	6%	5.548	213	12%	25.386	95.562
2014	60	4%	2.683	141	10%	14.289	107	39%	41.505	71	9%	6.075	63	4%	2.742	43	11%	4.525	96	5%	5.038	134	6%	8.364	197	12%	23.014	108.235
2015	68	5%	3.112	75	10%	7.604	140	39%	54.158	74	8%	6.264	93	4%	4.050	56	10%	5.830	25	5%	1.310	72	6%	4.521	120	12%	14.223	101.071
2016	55	4%	2.137	106	10%	10.744	143	39%	56.397	76	9%	6.552	94	4%	4.093	41	10%	4.302	18	5%	0.943	103	6%	6.425	225	12%	26.095	117.688
2017	110	4%	4.212	105	10%	10.641	215	39%	84.478	96	9%	8.275	70	4%	3.047	185	10%	18.942	120	5%	6.368	104	6%	6.520	96	12%	11.478	153.962

